Jan van der Winden
Ecology

research &
consultancy

Vogelslachtoffers onder de hoogspanningsverbinding Diemen-Ens

Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen

Dit rapport is opgesteld in opdracht van Natuurmonumenten.

F. van Zetten & J. van der Winden 2025. Vogelslachtoffers onder de hoogspannings-verbinding Diemen-Ens. Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen. Rapport 2025-06, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.

Foto voorblad: Maarten Hotting

LOWLAND ECOLOGY NETWORK

Bij het Lowland Ecology Network zijn freelancers aangesloten die zich richten op ecologisch onderzoek, advies en communicatie. De nadruk ligt op natuurbescherming van wetlands in binnen- en buitenland. Elke deelnemer heeft een specifieke expertise en kan snel allianties sluiten en daarmee complexe vraagstukken oplossen. Buiten ons netwerk hebben we goede contacten voor overige specialismen, zoals fotografie/film, design en natuurwetgeving.

Vogelslachtoffers onder de hoogspanningsverbinding Diemen-Ens

Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen

F. van Zetten & J. van der Winden

Inhoudsopgave

1. Samenvatting 3

2. Inleiding 7
   2.1. Aanleiding voor het onderzoek 7
   2.2. Dankwoord 8

3. Onderzoeksgebied en -opzet 9
   3.1. Onderzoeksgebied 9
   3.2. Onderzoekssoorten 9
   3.3. Timing van het onderzoek 10
   3.4. Onderzoeksopzet 11
   3.5. Ethische verantwoording 11

4. Draadslachtoffers zoeken 13
   4.1. Methode 13
   4.2. Onderzoekstraject 14
   4.3. Documentatie 16
   4.4. Gevonden vogelresten 17
   4.5. Berekening draadslachtoffers zonder correctie 19
   4.6. Toepassen correctiefactoren vindkans en verdwijning 21
   4.7. Vergelijking met andere studies 22
   4.8. Laag contrast tussen draden en bomenrij 23

5. Vindkans dode vogels 25
   5.1. Zoekefficiëntie en vindkans 25
   5.2. Methode 26
   5.3. Resultaten vindkans 27
   5.4. Correctiefactor vindkans 28

6. Verdwijnen van kadavers 29
   6.1. Kadavers ontbinden en worden opgegeten 29
   6.2. Methode 29
   6.3. Data-analyse 32
   6.4. Aaseters 32
   6.5. Verdwijning van grote kadavers 33
   6.6. Verdwijning van kleine kadavers 34
   6.7. Verdwijning van gevonden kadavers 35
   6.8. Correctiefactor verdwijning 36

7. Vogeltellingen 37
7.1. Aanwezige of overvliegende soorten 37
7.2. Methode 38
7.3. Soortbespreking 38
7.4. Gedragingen bij een hoogspanningsverbinding 41

8. Risicovolle vliegbewegingen 43
8.1. Vliegbewegingen en aanvaringsrisico's 43
8.2. Methode 43
8.3. Overvliegende soorten 45
8.4. Passages over hoogspanningsverbindingen 46
8.5. Soortbespreking 48
8.6. Gedragingen bij een hoogspanningsverbinding 54
8.7. Omvangrijke vliegbewegingen in het najaar en winter 56
8.8. Invloed van locatiekeuze gepland tracé 56

9. Aanvullend: lepelaar sterfte 57
9.1. Doodsoorzaken alle gezenderde lepelaars 57
9.2. Doodsoorzaken Nederlandse gezenderde lepelaars 57
9.3. Sterfte per jaar 58
9.4. Impact op de lepelaarpopulatie 58

10. Conclusies en aanbevelingen 59
10.1. Conclusies onderzoeksresultaten 59
10.2. Conclusies beschermde natuur Naardermeer 60
10.3. Aanbevelingen voor mitigatie 61

11. Literatuur 62

Bijlage 1. Gevonden vogelresten 64

Bijlage 2. Verdwijnproef 75

Bijlage 3. Vogeltellingen 77

Bijlage 4. Vliegbewegingen 78

1. Samenvatting

Er zijn plannen voor een nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Diemen en Ens, ten noorden van het Naardermeer. Natuurmonumenten maakt zich zorgen over mogelijke vogelsterfte doordat vogels de hoogspanningsdraden soms niet op tijd zien en ertegenaan vliegen. Ook Natura 2000-doelsoorten, zoals purperreigers, aalscholvers en kolganzen zijn hier gevoelig voor. Omdat het geplande tracé deels parallel loopt aan een bestaande hoogspanningsverbinding, bood dit een unieke mogelijkheid om de aantallen slachtoffers te onderzoeken op een plek die sterk overeenkomt met het geplande tracé. Het Lowland Ecology Network onderzocht daarom, aanvullend op een bureaustudie (van Zetten & van der Winden 2025), de aantallen draadslachtoffers en de risicovolle vliegbewegingen bij een 3.100 meter lang traject van de hoogspanningsverbinding tussen Muiden en Muiderberg. De onderzoeksperiode was mei tot en met augustus, overeenkomend met de broedperiode van purperreigers, grauwe ganzen en aalscholvers.

Het veldonderzoek bestond uit twee onderdelen. Ten eerste zochten we systematisch naar dode vogels onder het bestaande tracé. Tijdens zoekrondes registreerden we ook alle vogels die in de polders aanwezig waren of overvlogen. Aanvullend deden we een vindkansproef en een verdwijnproef om te corrigeren voor gemiste of verdwenen vogels door aaseterij of ontbinding. Zo konden we de gevonden aantallen beter vertalen naar een werkelijk aantal slachtoffers. Ten tweede registreerden we risicovolle vliegbewegingen, die een indicatie geven van vliegroutes over het geplande tracé. Deze vergeleken we met de voorspelde risicovolle vliegbewegingen en bijbehorende aantallen slachtoffers uit de bureaustudie. De focus lag bij beide onderdelen op vijftien vogelsoorten die in redelijke aantallen gebruikmaken van het Naardermeer en in hun dagelijkse vliegbewegingen de geplande hoogspanningsverbinding kunnen kruisen. Vier van deze soorten hebben Natura 2000-instandhoudingsdoelen voor het Naardermeer.

We vonden resten van twintig vogels onder de hoogspanningsverbinding. Zeventien daarvan zijn vermoedelijk draadslachtoffer, waarvan vier met kenmerkende verwondingen die passen bij botsingen met draden. Eén kadaverrest hebben we vermoedelijk twee keer gevonden, en van twee vogels is een andere doodsoorzaak waarschijnlijker. De resten van vogels lagen onder zowel het hogere mastgedeelte als de lagere portaalmasten. De meeste slachtoffers vonden we langs bomenrijen, mogelijk omdat de draden daar minder zichtbaar zijn vanwege een donkere achtergrond.

Kleinere kadavers of onderdelen van grote kadavers, zoals botten of vleugels, zijn moeilijker te vinden en misten we daarom weleens. We vonden gemiddeld 88,9% van alle uitgelegde objecten tijdens de vindkansproef terug, waardoor we een correctiefactor van 1,125 gaan hanteren.

Binnen een week verdween 62,5% van onze uitgelegde kleine kadavers en 12,5% van de grote kadavers door aaseters (raaf, zwarte kraai, buizerd, ekster, vos, boommarter, kat en hond) die resten versleepten en/of opaten. Het is aannemelijk dat draadslachtoffers met dezelfde snelheid verdwijnen. Daardoor vonden we waarschijnlijk slechts 37,5% van de kleine slachtoffers, en 87,5% van de grote slachtoffers. We hanteren daarom twee correctiefactoren van respectievelijk 2,67 en 1,14. Na toepassing van deze correctiefactoren bleek dat er in onze zoekperiode in de zomer mogelijk 12 tot 102 slachtoffers van kleine soorten zijn gevallen over de lengte van het geplande tracé, en 17 tot 49 slachtoffers van grote soorten. In totaal verwachten we in de zomerperiode (mei t/m augustus) dus 29 tot 151 slachtoffers door het geplande tracé. Deze aantallen liggen in dezelfde orde van grootte als eerdere studies, maar zijn relatief laag. Dit kan deels worden verklaard door verschillen in lokale populaties, het soortenspectrum in de zomerperiode, zoekmethode en omgevingsfactoren.

Tijdens de studieperiode vonden we geen dode purperreigers of lepelaars, maar wel een blauwe reiger, knobbelzwaan en ganzen en eenden. Dat is positief omdat de aantallen slachtoffers onder purperreigers niet onverwacht hoog zijn. Anderzijds is er al sterfte door bestaande leidingen ten westen en zuiden van het Naardermeer, en extra verbindingen ten noorden ervan, zullen zorgen voor extra slachtoffers. Omdat het soortenspectrum aan slachtoffers dat we vonden breed is, is het aannemelijk dat ook soorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelen slachtoffer zullen worden.

In de polders, onder de bestaande verbinding, leefden soorten die voornamelijk lokaal verplaatsten, zoals krakeenden, wilde eenden, meerkoeten en blauwe reigers. Daarnaast foerageerden er vogels met een binding met het Naardermeer, waaronder grauwe ganzen, purperreigers en grote zilverreigers. Aalscholvers vlogen regelmatig over op hun route naar het Markermeer-IJmeer. Vanaf augustus namen de aantallen ganzen en reigers sterk toe. Wanneer vogels de hoogspannings-verbindingen passeerden, vlogen ze meestal over de draden heen. Bij hogere masten en/of draden vlogen ze vaak op grotere hoogte, maar soms ook tussen de draden door. Vogels passeerden de hoogspanningsverbinding over het algemeen

rustig, hoewel ze incidenteel hun koers wijzigden of plotseling snel opstegen bij nadering van de draden.

Grauwe ganzen, aalscholvers en purperreigers waren in de periode juli-augustus de talrijkste passanten over het toekomstige tracé. Grauwe ganzen en aalscholvers vlogen vooral de noord-zuidroute, passend bij dagelijkse pendelbewegingen tussen het Naardermeer en foerageergebieden ten noorden ervan. Purperreigers vlogen juist vaker de oost-westroute, wat overeenkomt met de ligging van foerageergebieden rondom het Naardermeer. Omdat het veldonderzoek in de zomerperiode is uitgevoerd, ontbreekt informatie over vliegbewegingen van onder andere kolganzen, brandganzen en overwinterende eenden zoals tafeleenden.

De geplande hoogspanningsleiding zal resulteren in slachtoffers van vogelsoorten waarvoor instandhoudingsdoelen gelden (o.a. purperreiger en aalscholver), en andere soorten waarvoor Natuurmonumenten graag het Naardermeer beschermt (o.a. grote zilverreiger). Als tafeleenden en kuifeenden inderdaad tussen IJmeer en Naardermeer pendelen, is de kans groot dat ze tegen de draden vliegen. We vonden geregeld eenden als slachtoffer bij de bestaande hoogspanningsverbinding, dus die soortgroep loopt risico. Om daar meer zekerheid over te krijgen zou een uitbreiding van het veldonderzoek in de maanden oktober-maart nodig zijn.

Er zijn meerdere mitigerende maatregelen mogelijk. Zo kan de zichtbaarheid van de geplande draden vergroot worden. Dat heeft extra waarde op plekken met donkere of complexe achtergronden. De zichtbaarheid kan ook vergroot worden bij bestaande verbindingen rondom het Naardermeer, waar nu al veel slachtoffers vallen. Er hangen nu op de meeste plekken geen effectieve markeringen. Een zeer effectieve methode om het aantal draadslachtoffers helemaal te voorkomen is een ondergrondse verbinding.

Buizerds eten vaak van de kadavers van draadslachtoffers (foto's: Maarten Hotting).

2. Inleiding

2.1. Aanleiding voor het onderzoek

De minister van Klimaat en Groene Groei en netbeheerder TenneT TSO B.V. willen een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding realiseren tussen de bestaande hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens. Ook plannen ze twee nieuwe hoogspanningsstations om de nieuwe verbinding op het bestaande netwerk aan te sluiten. Bij de beoordeling van verschillende tracéalternatieven vormt het risico op draadslachtoffers en de mogelijke impact daarvan op populaties van vogelsoorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen een belangrijke factor. TenneT heeft in een milieueffectrapportage (mer) onder andere de variant Zuid-Paars 1 in beeld gebracht, waaruit blijkt dat er vogelslachtoffers kunnen vallen onder soorten waarvoor doelen gelden in Natura 2000-gebieden, zoals purperreiger, aalscholver en kolgans. Vogels zien de hoogspanningsdraden in bepaalde omstandigheden slecht of te laat, waardoor ze er tegenaan vliegen en gewond raken of direct sterven. De Commissie voor de milieueffectrapportage heeft geadviseerd de effecten nauwkeuriger in beeld te brengen en daarbij rekening te houden met soortspecifieke vliegpatronen en aanvaringskansen (Toetsingsadvies over het mer 2024).

De Vereniging Natuurmonumenten maakt zich zorgen om te grote effecten op vogels van het Naardermeer, en wil het nadere onderzoek van TenneT naar de omvang van effecten niet afwachten. Natuurmonumenten ziet meerwaarde in een eigen onderzoek, uitgevoerd door onafhankelijke ornithologen met veel kennis over de risico-soorten. Om deze reden is aan Jan van der Winden Ecology (Lowland Ecology Network) gevraagd om onderzoek te doen naar de risico's voor vogelslachtoffers van een tracé ten noorden van het Naardermeer, en de bevindingen te presenteren in een rapportage. In overleg met Natuurmonumenten is gekozen voor een tweeledige opzet: 1) een bureaustudie waarbij op basis van literatuur, deskundigheid, soort- en veldkennis de potentiële aantallen slachtoffers zijn berekend of ingeschat en bepaald wat dat betekent voor de 1%-mortaliteitsnorm (van Zetten & van der Winden 2025), en 2) een veldonderzoek naar slachtoffers van grotere vogelsoorten bij een bestaande hoogspanningsverbinding ten noorden van het Naardermeer.

De bureaustudie is inmiddels afgerond en hieruit bleek dat diverse vogelsoorten die gebruik maken van het Naardermeer verhoogd risico lopen op aanvaringen met de

geplande hoogspanningsverbinding, met mogelijk negatieve effecten op lokale populaties (van Zetten & van der Winden 2025).

Bij het Naardermeer is sprake van een unieke situatie, omdat er al meerdere hoogspanningsverbindingen aanwezig zijn. Die lopen ten dele parallel aan de geplande hoogspanningsverbinding. Hierdoor hebben we de mogelijkheid om te onderzoeken wat de aantallen slachtoffers kunnen zijn op een plek die veel overeenkomsten heeft met het geplande tracé. Onderhavige rapportage omvat de resultaten van het **veldonderzoek**. Aanvullend heeft de Werkgroep Lepelaar het risico op lepelaarslachtoffers in Nederland uitgezocht en dat rapporteren we ook.

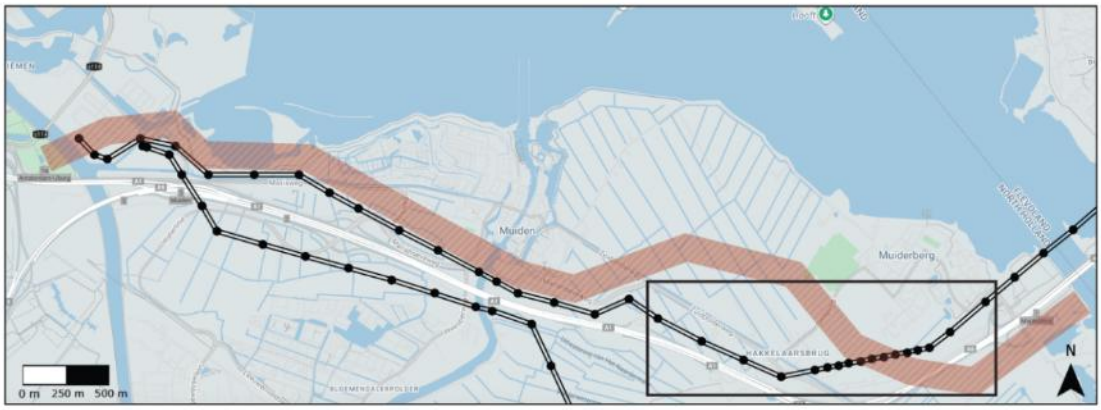
2.2. Dankwoord

Vanuit Natuurmonumenten kregen we hulp van Tim van den Broek, Joep Crombag, Philip Breitenstein, Loes Huibers, Inge Langwerden, Patrick Blom en Baukje Sijtsma. We bedanken Tomas van Diest, René Sonneveld, Jan Meester, Gerard de Graaf en Jan Westhof voor de toegang tot hun land voor ons veldonderzoek en hun gastvrijheid. Julia van Elst is verantwoordelijk geweest voor de uitvoering en uitwerking van de vindkansproef en verdwijnproef. Onze dank gaat uit naar promovendus Janneke Troost (Wageningen University and Research) voor de persoonlijke begeleiding van de eindstage van Julia van Elst. We bedanken Poelier van Leeuwen (Utrecht) voor de levering van kadavers voor het veldonderzoek.

3. Onderzoeksgebied en -opzet

3.1. Onderzoeksgebied

Van Weesp tot Muiderberg is het geplande tracé ten noorden van het Naardermeer ongeveer 9 kilometer lang. Om het risico van het geplande tracé beter te kunnen inschatten, richten we ons op een traject van 3.100 meter van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen–Ens tussen mast 18 en 34 (figuur 3.1). Dit traject loopt door de agrarische polders ten noorden van het Naardermeer tussen Muiden en Muiderberg, ook bekend als de Noordpolders. Het tracé ligt vlakbij onderzoekscorridor Zuid-Paars 1, wat uitgangspunt vormt voor effectstudies (Plan-MER Deelrapport thema Natuur).



Figuur 3.1. De geplande hoogspanningsverbinding (in het rood gearceerd) ten opzichte van de bestaande hoogspanningsverbindingen Diemen-Ens (bovenste) en Diemen – 's Graveland (onderste). Het zwarte kader geeft het onderzoekstraject aan.

3.2. Onderzoekssoorten

In de bureaustudie lag de focus op vogelsoorten die op enig moment in hun jaarcyclus gebruik maken van het Naardermeer én door hun dagelijkse vliegbewegingen naar omliggende voedsel- of rustgebieden de geplande hoogspanningsverbinding kunnen kruisen (van Zetten & van der Winden 2025). Deze soorten lopen daardoor een verhoogd risico op aanvaringen met

hoogspanningsdraden. We bekeken alleen soorten die in het Naardermeer voorkomen met een populatieomvang van minimaal twintig individuen, en soorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen voor het Naardermeer of overige beleidsmatig relevante soorten, zoals soorten van de Rode Lijst (tabel 3.1). Voor het veldonderzoek richtten we ons daarom ook vooral op deze soorten.

Tabel 3.1. Geselecteerde relevante soorten waarvan de risico's van de geplande hoogspanningsverbinding werden beoordeeld in de bureaustudie (van Zetten & van der Winden 2025).

Natura 2000-doelen	Aalscholver, Grauwe Gans, Kolgans, Purperreiger
Overig Naardermeer	Bergeend, Brandgans, Grote Zilverreiger, Kievit, Knobbelzwaan, Krakeend, Kuifeend, Lepelaar, Smient, Tafeleend, Wilde Eend

3.3. Timing van het onderzoek

Het doel van het veldonderzoek was om aantallen draadslachtoffers en risicovolle vliegbewegingen te onderzoeken voor zo veel mogelijk relevante soorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen. We kozen er daarom voor om het onderzoek uit te voeren in de zomermaanden mei tot en met augustus. Deze periode valt samen met de broedperiode van soorten met Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen, zoals purperreigers, aalscholvers en grauwe ganzen. In deze maanden maken vogels dagelijks pendelvluchten tussen broedplaats en foerageergebied, waardoor de kans op kruisingen met de bestaande en geplande hoogspanningsverbinding groot is. Het veldonderzoek levert daardoor uitsluitend inzicht in de aantallen draadslachtoffers en risicovolle vliegbewegingen in de broedperiode. Soorten die de hoogspanningsverbinding in het voor- en najaar passeren, evenals wintergasten, hebben we niet onderzocht. Voor een volledig beeld van de effecten van de geplande hoogspanningsverbinding op jaarbasis zou aanvullend onderzoek buiten de zomermaanden daarom waardevol zijn. Belangrijk is ook dat weers- en voedselomstandigheden per jaar variëren, waardoor de risico's op aanvaringen ook jaarlijks kunnen verschillen.

3.4. Onderzoeksopzet

Het onderzoek is opgebouwd uit twee onderdelen: 1) zoeken naar draadslachtoffers onder het bestaande tracé met aanvullend een verdwijnproef, vindkansproef en registratie van aanwezige of overvliegende vogels en 2) registreren van risicovolle vliegbewegingen over het bestaande tracé. Voor het zoeken naar draadslachtoffers hebben we een traject tussen Muiden en Muiderberg geselecteerd (figuur 3.1). We zochten hier wekelijks naar grote vogelslachtoffers, zoals reigers, ganzen en eenden. Ook registreerden we alle vogels die in de polders aanwezig waren of overvlogen. Aanvullend deden we een vindkansproef en een verdwijnproef om te corrigeren voor gemiste of verdwenen vogels door aaseterij of ontbinding. Deze proeven maakten het mogelijk om de gevonden aantallen te vertalen naar een benadering van het werkelijke aantal slachtoffers. Voor de registratie van risicovolle vliegbewegingen hebben we op drie momenten vanaf twee of drie locaties de vliegbewegingen van vogels over of nabij bestaande hoogspanningsverbindingen in kaart gebracht. Dit gaf een indicatie van vliegroutes over het geplande tracé, wat we konden koppelen aan de voorspelde risicovolle vliegbewegingen en bijbehorende aantallen slachtoffers uit de bureaustudie (van Zetten & van der Winden 2025).

3.5. Ethische verantwoording

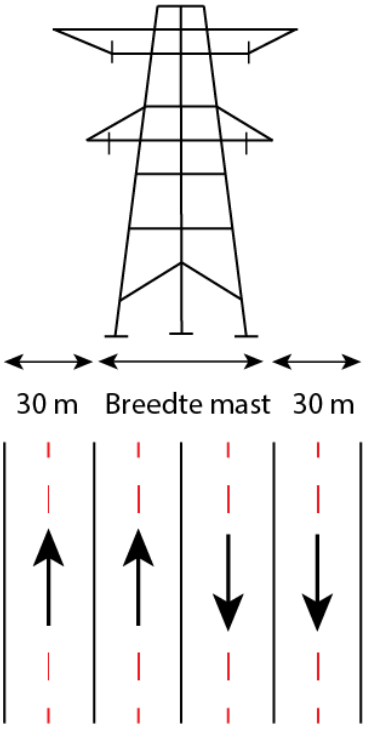
Alle gebruikte kadavers van grauwe ganzen, nijlganzen en wilde eenden zijn op een legale wijze verkregen. De kadavers zijn aangeschaft bij een poelierszaak. Vergunninghouders hebben de afgeschoten vogels daar aangeleverd.

De polders in het onderzoekgebied worden doorkruist door vele slootjes.

4. Draadslachtoffers zoeken

4.1. Methode

Om een indruk te krijgen van het aantal vogelslachtoffers bij de bestaande hoogspanningsverbinding hebben we van mei tot en met augustus tijdens vijftien veldbezoeken systematisch gezocht naar dode vogels onder en naast de draden. We probeerden hierbij de tijd tussen twee bezoeken in, het zoekinterval, constant te houden. Soms was dit echter niet mogelijk vanwege slechte weersomstandigheden. Meestal zochten we met twee waarnemers tegelijk, maar enkele keren ook één waarnemer. De meeste draadslachtoffers komen niet verder dan 25 meter naast de draden op de grond terecht (Osieck & de Miranda, 1972). We zochten daarom zigzaggend in stroken van 15 meter breed onder de draden en tot 30 meter naast de draden (figuur 4.1). Vanwege de verschillende typen masten varieerde de breedte van de zoekstrook met de breedte van de masten.



Figuur 4.1. Zoekmethode onder de hoogspanningsdraden. De waarnemer loopt op de rode stippellijn in de richting van de zwarte pijl en heeft aan weerszijden ca. 15 meter zicht.

4.2. Onderzoekstraject

Het onderzochte gebied omvat 3.100 meter van de 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens tussen mast 18 en 34 (figuur 4.2). Van dit traject onderzochten we 2.147 meter daadwerkelijk op draadslachtoffers. De overige delen, gelegen in bebouwd of bosrijk gebied, hebben we vanwege beperkte toegankelijkheid buiten beschouwing gelaten. Tijdens het zoeken naar slachtoffers kwam het soms voor dat agrariërs bezig waren met maaien, waardoor we deze percelen hebben overgeslagen. Hierdoor ontstond enige variatie in de lengte van het afgezochte traject. De hoogspanningsverbinding loopt parallel aan de snelwegen A1 en A6, de spoorlijn en de Zuidpolderweg. Bovendien doorkruist het tracé diverse agrarische percelen en wegen, waaronder de Googweg, Naardervaart en IJsselmeerweg. De percelen werden gebruikt voor veehouderij en hooiproductie. Zo graasden er koeien, schapen en paarden (figuur 4.3). De graslengte varieerde daardoor tussen de 5 en 60 centimeter, afhankelijk van de begrazingsintensiteit en het maaibeheer. Ten oosten van de Hakkelaarsbrug lag naast het tracé een wandelpad, een hoge bomenrij met daarachter een spoorlijn, terwijl het gebied ten westen van de brug opener was en meer doorzicht bood. Ter hoogte van mast 18 stond ook een bomenrij langs de snelweg.

Figuur 4.2. Het onderzoekstraject voor het zoeken naar draadslachtoffers (oranje) op de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Figuur 4.3. Grazende koeien en schapen in het onderzoeksgebied zorgen voor een variërende grashoogte tussen de percelen.

Een opvallend onderdeel van het traject is de portaalmastconstructie tussen mast 22 en 32 (figuur 4.4). Hier zijn de draden over een lengte van circa 800 meter verlaagd tot ongeveer 10 meter boven de grond. Deze constructie werd in de jaren zeventig op verzoek van Natuurmonumenten gerealiseerd, om de grote kolonies aalscholvers en lepelaars die van het Naardermeer naar het IJmeer en Markermeer vlogen te beschermen. De masten staan hier op een onderlinge afstand van 100 meter en zijn geplaatst in agrarisch gebied dat wordt doorsneden door slootjes.

Figuur 4.4. Portaalmastconstructie met verlaagde draden, zodat aalscholvers veiliger kunnen passeren.

4.3. Documentatie

Iedere rest van een dode vogel hebben we gefotografeerd en gedocumenteerd. Bij elke vondst noteerden we de datum, locatie (GPS-punt), soort, staat (intacte vogel, vleugels, poten, botten of plukresten), versheid (minder of meer dan een week oud), verwondingen (botbreuken, vleeswonden en dergelijke) en de mogelijke of waarschijnlijke doodsoorzaak. Dode vogels lieten we liggen in het veld, om tijdens volgende rondes opnieuw te bezoeken en fotograferen. Hiermee konden we de mate van verdwijning scoren. Vaak was het lastig om de doodsoorzaak van gevonden resten vast te stellen, omdat er door aaseterij en/of versleping van kadavers alleen nog veren of plukresten over waren. Zichtbare verwondingen zoals open wonden, botbreuken en vleugelbreuken beschouwden we als bewijs voor een aanvaring met een hoogspanningsmast of draad. Vondsten zonder direct bewijs van aanvaringen met hoogspanningsmast of draad werden toch meegenomen in de analyse, omdat ze gevonden werden direct onder of vlak naast de draden. Losse geruide veren beschouwden we niet als rest van een dode vogel.

4.4. Gevonden vogelresten

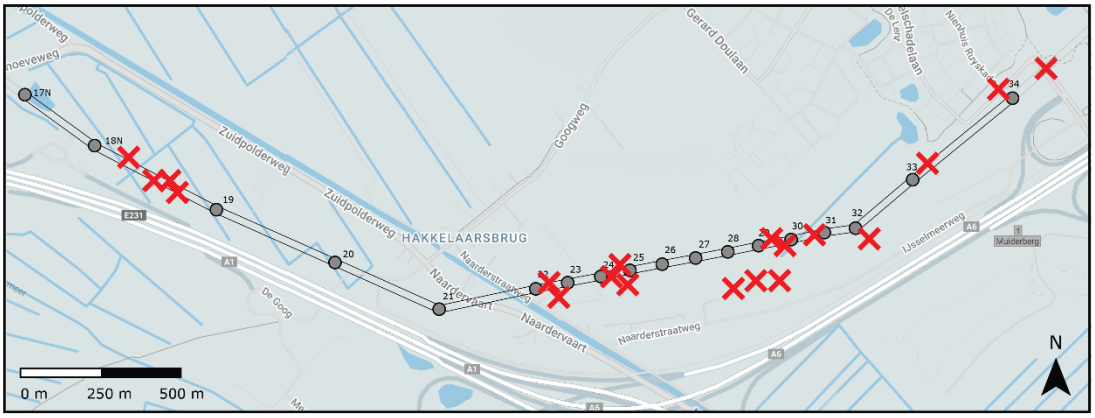
Tijdens vijftien zoekrondes tussen mei en september hebben we resten gevonden van in totaal twintig dode vogels onder en naast de hoogspanningsdraden (tabel 4.1). De doodsoorzaak was vaak niet meer vast te stellen, maar op basis van veelvoorkomende verwondingen die passen bij botsingen met hoogspanningsdraden maakten we een inschatting. Bij vier vogels waren kenmerkende verwondingen zichtbaar: een krakeend met een kapotte vleugel, een blauwe reiger met verbogen nek, een grauwe gans met gebroken linkervleugel en een grauwe gans met een verwonding aan de borst (bijlage 1). Deze hebben we daarom als **vier waarschijnlijke draadslachtoffers** aangemerkt. Drie hiervan waren grotere soorten, en één was een kleinere soort. We vonden de resten zowel onder het hogere mastgedeelte als de lagere portaalmasten (figuur 4.5).

Tabel 4.1. Gevonden resten van dode vogels onder de bestaande hoogspanningsverbinding.

Datum	Soort	Leeftijd	Staat	Versheid	Oorzaak verwondingen/sterfte	Verwondingen
7-5-2025	Grauwe gans	adult	plukrest of enkele veren	> 1 week	onbekend	n.v.t.
7-5-2025	Grauwe gans	adult	plukrest of enkele veren	> 1 week	onbekend	n.v.t.
20-5-2025	Krakeend	adult	intacte vogel	n.v.t.	vermoedelijk hoogspannings-draden	linker vleugel kapot
3-6-2025	Wilde eend	adult	vleugels, poten en/of botten	< 1 week	onbekend	n.v.t.
3-6-2025	Kraai sp.	juveniel	vleugels, poten en/of botten	< 1 week	onbekend	n.v.t.
3-6-2025	Grauwe gans	adult	plukrest of enkele veren	> 1 week	onbekend	n.v.t.
16-6-2025	Grauwe gans	adult	plukrest of enkele veren	< 1 week	onbekend	n.v.t.

3-6-2025	Knobbelzwaan	adult	vleugels, poten en/of botten	> 1 week	onbekend	n.v.t.
8-7-2025	Koekoek	juveniel	intacte vogel	< 1 week	onbekend	verbogen staart
8-7-2025	Koolmees	juveniel	intacte vogel	< 1 week	vermoedelijk uit nest gevallen	geen
22-7-2025	Houtduif	adult	vleugels, poten en/of botten	< 1 week	onbekend	n.v.t.
29-7-2025	Blauwe reiger	juveniel	intacte vogel	< 1 week	vermoedelijk hoogspannings-draden	verbogen nek
4-8-2025	Grauwe gans	adult	intacte vogel	< 1 week	vermoedelijk hoogspannings-draden	linker vleugel gebroken
11-8-2025	Grauwe gans	adult	intacte vogel	< 1 week	vermoedelijk hoogspannings-draden	verwonding aan borst
11-8-2025	Krakeend	adult	vleugels, poten en/of botten	< 1 week	onbekend	n.v.t.
18-8-2025	Kraai sp.	n.v.t.	vleugels, poten en/of botten	> 1 week	onbekend	n.v.t.
26-8-2025	Soepeend	adult	intacte vogel	< 1 week	onbekend	slecht zichtbaar in het water
26-8-2025	Nijlgans	adult	plukrest of enkele veren	< 1 week	onbekend	n.v.t.
26-8-2025	Knobbelzwaan	onbekend	vleugels, poten en/of botten	> 1 week	onbekend	n.v.t.
9-9-2025	Houtduif	adult	plukrest of enkele veren	< 1 week	onbekend	n.v.t.

Enkele andere vondsten wijzen eerder op een andere (doods)oorzaak. Zo is een intacte jonge koolmees waarschijnlijk uit het nest gevallen, aangezien we hem vonden op een wandelpad onder bomen en struiken. Bij een intacte juveniele koekoek zagen we ook geen kenmerkende verwondingen die wijzen op een botsing met hoogspanningsdraden (bijlage 1). Van de knobbelzwaanresten is niet met zekerheid te zeggen of het om één of twee individuen gaat. Het bot dat we op 26 augustus vonden, kan afkomstig zijn van dezelfde vogel als de resten die we op 3 juni aantroffen vlak ernaast. De agrariërs die de percelen beheren meldden dat in april meerdere knobbelzwanen dood in de graslanden lagen. Zij wijdden dit aan vogelgriep, maar mogelijk waren knobbelzwanen tijdens slechte weersomstandigheden tegen de draden aangevlogen. Van diverse andere vondsten betrof het losse vleugels, poten, botten of plukresten. Hierbij waren eventuele verwondingen niet meer zichtbaar. Omdat deze resten vaak wel exact onder of vlak naast de draden lagen (figuur 4.5), achten wij de kans groot dat ook deze vogels door een botsing met hoogspanningsdraden zijn omgekomen. Wanneer we deze vogels meetellen, vonden we **zeventien vermoedelijke draadslachtoffers**. Negen hiervan waren grote soorten, en acht waren kleinere soorten.



Figuur 4.5. Locaties van de gevonden vogelresten onder de hoogspannings-verbinding.

4.5. Berekening draadslachtoffers zonder correctie

We gebruikten de gevonden resten van dode vogels om het aantal draadslachtoffers per kilometer per dag voor de hoogspanningsverbinding te berekenen. We maakten onderscheid in het aantal grote en kleine soorten, omdat we hierop later een

verschillende correctiefactor voor verdwijnsnelheid toepassen. Onder kleine soorten verstaan we soorten van het formaat van een eend of kleiner, grote soorten van een gans of groter. We kwamen uit op een range van 0,003 tot 0,030 draadslachtoffers per kilometer per dag van kleine soorten en 0,011 tot 0,033 van grote soorten (tabel 4.2). In totaal is dit een range van 0,015 tot 0,063 slachtoffers per kilometer per dag.

Tabel 4.2. Berekening van het aantal slachtoffers per kilometer per dag op basis van de gevonden kleine en grote dode vogels, met onderscheid in waarschijnlijke of vermoedelijke draadslachtoffers.

	Gevonden slachtoffers	/ Trajectlengte (km)	/ Dagen	= Slachtoffers/km/dag
Waarschijnlijk	1 kleine	2,147	126	0,003 kleine
	3 grote	2,147	126	0,011 grote
	4 totaal	2,147	126	**0,015 totaal**
Vermoedelijk	8 kleine	2,147	126	0,030 kleine
	9 grote	2,147	126	0,033 grote
	17 totaal	2,147	126	**0,063 totaal**

De geplande hoogspanningsverbinding is van Weesp tot Muiderberg ongeveer 9 kilometer. Als het aantal draadslachtoffers door het bestaande tracé gelijk is aan de geplande verbinding, zouden er in de zomerperiode 4 tot 34 vogels van kleine soorten slachtoffer kunnen worden, en 13 tot 38 vogels van grote soorten (tabel 4.3).

Tabel 4.3. Berekening van het aantal slachtoffers in de zomerperiode onder de geplande hoogspanningsverbinding (9 km) op basis de gevonden kleine en grote dode vogels, met onderscheid in waarschijnlijke of vermoedelijke draadslachtoffers.

	Gevonden slachtoffers / Trajectlengte (km)	* Gepland traject (km)	= Totaal slachtoffers
Waarschijnlijk	1 kleine	2,147	9	4 kleine
	3 grote	2,147	9	13 grote
	4 totaal	2,147	9	**17 totaal**
Vermoedelijk	8 kleine	2,147	9	34 kleine
	9 grote	2,147	9	38 grote
	17 totaal	2,147	9	**71 totaal**

4.6. Toepassen correctiefactoren vindkans en verdwijning

Tijdens het zoeken naar draadslachtoffers vonden we waarschijnlijk niet alle vogels die draadslachtoffer waren. Dit kan samenhangen met de zoekcapaciteit van de waarnemer zelf, of door omgevingsfactoren, zoals hoge vegetatie, wat het zoeken bemoeilijkt. Bovendien kunnen kadavers van draadslachtoffers binnen het zoekinterval van zeven dagen al verdwijnen door aaseterij of ontbinding. Hierdoor ligt het werkelijke aantal slachtoffers hoger dan het aantal dat tijdens zoekrondes wordt gevonden. Om hiervoor te corrigeren gebruiken we correctiefactoren voor de vindkans en verdwijning van slachtoffers. Uit de vindkansproef volgt een factor van 1,125 voor slachtoffers die gemist worden (zie hoofdstuk 5). Uit de verdwijnproef volgen twee verschillende correctiefactoren voor de twee formaten van slachtoffers: 2,67 voor de kleine slachtoffers en 1,14 voor de grote slachtoffers (zie hoofdstuk 6). Na toepassing van deze correctiefactoren blijkt dat er 12 tot 102 slachtoffers van kleine soorten kunnen vallen door het geplande tracé, en 17 tot 49 slachtoffers van grote soorten (tabel 4.4). In totaal verwachten we in de zomerperiode dus 29 tot 151 slachtoffers door het geplande tracé.

Tabel 4.4. Berekening van het gecorrigeerde aantal slachtoffers in de zomerperiode onder de geplande hoogspanningsverbinding (9 km) door gemiste en verdwenen slachtoffers, met onderscheid in waarschijnlijke en vermoedelijke draadslachtoffers.

	Totaal slachtoffers	*	Factor vindkans	*	Factor verdwijnen	=	Gecorrigeerde slachtoffers
Waarschijnlijk	4 kleine		1,125		2,67		12 kleine
	13 grote		1,125		1,14		17 grote
	17 totaal		1,125				**29 totaal**
Vermoedelijk	34 kleine		1,125		2,67		102 kleine
	38 grote		1,125		1,14		49 grote
	71 totaal						**151 totaal**

4.7. Vergelijking met andere studies

Om onze resultaten te kunnen vergelijken met eerdere onderzoeken, drukken we ze uit in het aantal draadslachtoffers per kilometer per dag:

- Zonder correctie: 0,015 – 0,063 draadslachtoffers/km/dag
- Na correctie: 0,03 – 0,13 draadslachtoffers/km/dag

Deze waarden liggen in dezelfde orde als eerdere studies, hoewel aan de lagere kant (tabel 4.5). In de literatuur lopen de waarden uiteen van 0,017 tot ruim 1 slachtoffer per kilometer per dag. De relatief lage aantallen kunnen worden verklaard door verschillen tussen gebieden in de samenstelling en dichtheid van lokale vogelpopulaties en veranderingen die daarin in loop van tijd zijn opgetreden. Daarnaast spelen methodologische verschillen, zoals de intensiteit van de zoekinspanning en de breedte van het onderzochte traject, een belangrijke rol. Ook beïnvloeden de vindkans en de verdwijning van kadavers de resultaten, wat sterk afhangt van lokale omgevingsomstandigheden.

Tabel 4.5. Overzicht van de aantallen gevonden draadslachtoffers per kilometer per dag in andere studies. Aantallen met '*' zijn gecorrigeerd voor vindkans en verdwijning.

Bron	Locatie en onderzoekstraject	Tracélengte	Aantal tellingen en/of dagen	Draadslachtoffers/km/dag
Osieck & de Miranda 1972	Naardermeer, 150 kV 's Graveland-Diemen	2.700 m	53 in 2 jaar	0,42
Osieck & de Miranda 1972	Purmerend, 150 kV Diemen-Alkmaar	2.100 m	129 in 34 maanden	0,24
Osieck & de Miranda 1972	Oosterwolde, 150 kV Hattum-Lelystad	4.500 m	36 in drie jaar	0,09
Smit 1973	Naardermeer, 150 kV 's Graveland-Diemen	2.825 m	117 in 9 maanden	0,55
Smit 1973	Naardermeer, 380 kV Diemen-Ens	1.765 m	117 in 9 maanden	0,16
Hartman *et al.* 2010	Hazerswoude, 150 kV	4.000 m	210 dagen 98 dagen	0,38 0,64

Brenninkmeijer *et al.* 2019	Eemshaven, 380 kV	4.300 m	100 in 8 jaar	0,28* – 1,01*
Klop 2020	Eemshaven, 380 kV	1.800 m 1.600 m 2.700 m	2 x 365 dagen (2017/18 – 2018/19)	0,06* – 0,12* 0,18* - 0,23* 0,31* – 0,39*
Greven 1973	Maartensdijk	1.000 m	1 dag	0,017
Greven 1973	Zaandam	1.000 m	1 dag	0,1
Heijnis 1974	Zaanstreek, 150 kV	8.600 m	26 in een jaar	0,5

4.8. Laag contrast tussen draden en bomenrij

Opvallend is dat we tussen mast 19 en 21 geen resten van dode vogels vonden (figuur 4.5). Dit deel van het traject lag direct aan de snelweg en werd niet begrensd door bomen. De meeste vogelresten vonden we tussen de hogere masten 18 en 19 in het westelijke deel van het traject, en tussen de lagere masten 22 en 32 in het centrale deel van het traject. Op deze plekken stond aan de zuidzijde van de hoogspanningsverbinding een rij bomen (figuur 4.6). Mogelijk waren de draden voor aanvliegende vogels hier moeilijker zichtbaar, doordat het contrast met de bomenrij lager was dan met de open lucht. Contrast en achtergrond blijken cruciaal voor de detecteerbaarheid van obstakels in het landschap, en objecten vallen minder op tegen een complexe of donkere achtergrond (Xiao & Cuthill 2016, May *et al.* 2020, Martin & Banks 2023). Hoogspanningsdraden langs een bomenrij zijn mogelijk dus moeilijker waarneembaar dan draden die afsteken tegen een open lucht. Het aantal gevonden resten was in ons onderzoek echter te beperkt, en de trajectlengtes verschilden te sterk om deze hypothese statistisch te kunnen onderbouwen. Een maatregel om de zichtbaarheid van draden te vergroten, is het aanbrengen van draadmarkeringen. Met geschikte markeringen kan de sterfte met gemiddeld 40-78% worden teruggedrongen, al verschilt de effectiviteit per vogelsoort en per type markering (Jenkins *et al.* 2010, Barrientos *et al.* 2011, Bernardino *et al.* 2019). Vooral op locaties met een donkere achtergrond en weinig contrast kan het aanbrengen van markeringen daarom in het bijzonder zinvol zijn.

Figuur 4.6. De bomen ten zuiden van de hoogspanningsverbinding bij de lage portaalmastverbinding tussen mast 22 en 32 (boven) en hoge draden bij mast 18 (onder) verlaagden mogelijk het contrast met de hoogspanningsdraden.

5. Vindkans dode vogels

5.1. Zoekefficiëntie en vindkans

Tijdens het zoeken naar draadslachtoffers bestaat de kans dat de waarnemers niet alle dode vogels terugvinden. Dit kan samenhangen met de zoekcapaciteit van de waarnemer zelf, maar ook met omgevingsfactoren. Zo zijn kleinere kadavers of onderdelen daarvan, zoals vleugels of botten, lastiger te vinden dan grotere of intacte kadavers. Vooral in hoog gras, wat de zichtbaarheid van de kadavers of resten beperkt (figuur 5.1). Bovendien kan de locatie van een slachtoffer de vindbaarheid beïnvloeden. Vogelresten die meer verscholen liggen in een slootrand of achter een mast, kunnen mogelijk lastiger te vinden zijn dan wanneer ze open en bloot in het grasland liggen. Om deze effecten te kwantificeren, hebben we op twee dagen een vindkansproef uitgevoerd. Hierbij bepaalden we welk percentage van uitgelegde objecten wordt teruggevonden. Dit percentage gebruiken we om het aantal gevonden slachtoffers te corrigeren voor een benadering van het werkelijke aantal slachtoffers.

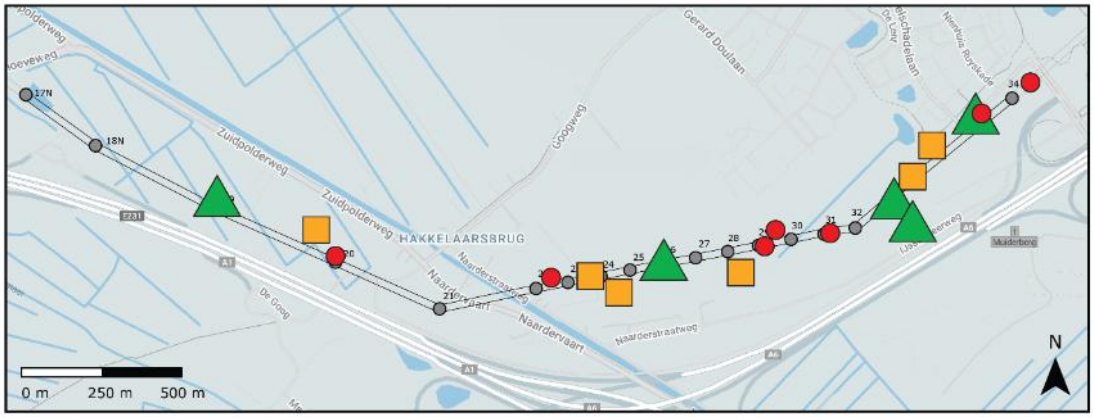
Figuur 5.1. Hoog gras hindert het zicht op draadslachtoffers.

5.2. Methode

Op 26 augustus en 9 september voerden we een vindkansproef uit. Tijdens deze proef plaatste één van de onderzoekers negen objecten in het grasland waar we wekelijks naar draadslachtoffers zochten (zie hoofdstuk 4). De objecten hadden drie verschillende formaten: klein (<30 cm), middel (30-70 cm) en groot (70-100 cm) (figuur 5.2). Deze formaten representeren respectievelijk onderdelen van kadavers (zoals botten of vleugelresten), kadavers van middelgrote vogels (zoals eenden) en kadavers van grotere vogels (zoals reigers).

Figuur 5.2. Voorbeelden van vindkansproefobjecten van klein, middel en groot formaat.

We onderscheiden drie landschapstypes binnen het onderzoekstraject: een hoogspanningsmast, een slootrand en het open grasland. Om de vindkans in elk landschapstype op gelijke wijze te onderzoeken, verdeelden we de objecten evenredig over de verschillende typen en percelen (figuur 5.3). De objecten werden uiterlijk één dag van tevoren uitgelegd in het zoekgebied. Bij het uitleggen noteerde de onderzoeker bij ieder object het GPS-coördinaat van de locatie en de grashoogte rondom het object. De grashoogte bepaalden we door drie grassprieten te meten van de bodem tot aan de top, en daarvan het gemiddelde te berekenen.



Figuur 5.3. Locaties van de objecten van de vindkansproef. De rode cirkels representeren de kleine objecten, de oranje vierkanten de middelgrote objecten en de groene driehoeken de grote objecten.

Twee andere onderzoekers voerden de zoekopdracht uit, tegelijkertijd met het zoeken naar draadslachtoffers. Van elk gevonden object noteerden zij opnieuw het GPS-coördinaat en de grashoogte. De onderzoekers wisten voorafgaand aan de eerste vindkansproef niet hoeveel objecten er waren of hoe deze eruitzagen. Omdat de samenstelling van het draadslachtoffer-zoekteam gedurende het seizoen varieerde, kan ook de zoekefficiëntie verschillen. We kozen er daarom voor om de twee onderzoekers die het vaakst samen naar draadslachtoffers zochten, de objecten van de vindkansproef te laten zoeken.

5.3. Resultaten vindkans

We vonden gemiddeld 88,9% van alle uitgelegde objecten terug (tabel 5.1). Tijdens de eerste dag van de vindkansproef vonden we 77,8% van de objecten terug, terwijl we de tweede dag alle objecten terugvonden. Grashoogte had geen invloed op de vindkans (binomiale GLM, $p > 0,05$). Kleine objecten vonden we tijdens de eerste dag van de vindkansproef aanzienlijk minder vaak terug (33,3%), dan middelgrote en grote objecten (100%). Dit was echter niet significant, mogelijk ook door de kleine steekproef en alle teruggevonden middelgrote en grote objecten (Fisher's exact test, $p > 0,05$).

Tabel 5.1. Overzicht van het percentage teruggevonden objecten op beide dagen van de vindkansproef.

Vindkansproef	Klein (%)	Middel (%)	Groot (%)	Gemiddeld (%)
Totaal van beide dagen	66,7	100	100	88,9
Dag 1	33,3	100	100	77,8
Dag 2	100	100	100	100

Het is dus aannemelijk dat we niet alle dode vogels vinden tijdens zoekrondes naar draadslachtoffers. Kleinere vogelresten zoals vleugels, botten of veren, zijn moeilijker te vinden dan volledige kadavers. Omdat sommige vogelresten nog kleiner kunnen zijn dan de kleinste objecten die wij in ons onderzoek hebben gebruikt, is het waarschijnlijk dat dit effect in werkelijkheid nog sterker optreedt en dat kleine vogelresten nog vaker onopgemerkt blijven.

5.4. Correctiefactor vindkans

Om rekening te houden met slachtoffers die we tijdens zoekrondes hebben gemist, passen we een correctiefactor toe op het aantal gevonden dode vogels. Omdat we zowel complete kadavers als kleinere resten van vogels kunnen aantreffen, berekenen we de correctiefactor aan de hand van de gemiddelde vindkans van 88,9%. Om het werkelijke aantal slachtoffers te benaderen, corrigeren we het aantal gevonden resten met deze vindkans door te vermenigvuldigen met factor (1 / 0,889) = 1,125. Op deze manier corrigeren we het aantal gevonden slachtoffers bij benadering voor de individuen die niet werden teruggevonden, waardoor onze schatting een beeld van de werkelijke sterfte geeft.

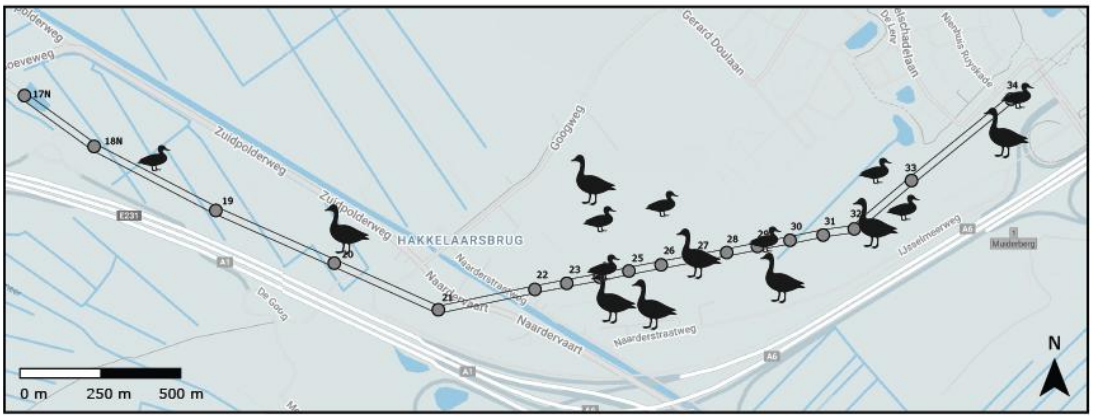
6. Verdwijnen van kadavers

6.1. Kadavers ontbinden en worden opgegeten

Van mei tot en met augustus zochten we wekelijks naar draadslachtoffers onder de bestaande hoogspanningsverbinding. De periode tussen twee zoekmomenten was dus ongeveer een week. Binnen dit zoekinterval kunnen draadslachtoffers vallen, waarna hun karkassen al snel door aaseters worden opgegeten of weggesleept, of ontbinden. Zo kunnen karkassen al verdwijnen nog voordat we ze kunnen vinden. Over het algemeen verdwijnen kleinere kadavers sneller dan grotere kadavers, mede omdat ze eerder ontbinden. Ook kan de plek waar de slachtoffers neervallen een rol spelen bij het verdwijnen. Kadavers op open plekken worden mogelijk eerder gevonden door aaseters, waardoor ze sneller verdwijnen. Kadavers langs een slootrand vallen mogelijk minder op door de oeverbegroeiing en kunnen in het water vallen en sneller verdwijnen. Om deze effecten te ondervangen, voerden we een verdwijnproef uit. Daarbij onderzochten we: 1) welke aaseters er op kadavers afkwamen en 2) hoe veel er nog overbleef van een kadaver na een week in het grasland te hebben gelegen.

6.2. Methode

Van augustus tot en met september hebben we iedere week twee kadavers in het grasland gelegd, dus zestien in totaal. Om onderscheid te maken in de verdwijnsnelheid van kleinere en grotere vogelsoorten hebben we twee formaten kadavers uitgelegd: acht grote (zeven grauwe ganzen en één nijlgans) en acht kleine (wilde eenden). Vanwege de beperkte beschikbaarheid van kleine kadavers, hebben we in de eerste helft van de verdwijnproef alle grote kadavers uitgelegd, en de tweede helft alle kleine. We legden de kadavers op verschillende plekken, ruim verspreid over de percelen en ook buiten het draadslachtofferzoekgebied (figuur 6.1). We legden alle kadavers op hun buik in het grasland (figuur 6.2). Om de perceeleigenaren zo min mogelijk tot last te zijn, hebben we de kadavers afwisselend uitgelegd verspreid over de vijf percelen met een tussenperiode van twee weken. Bovendien maakten we onderscheid in drie landschapstypes: een hoogspanningsmast, een slootrand en het open grasland.



Figuur 6.1. Locaties van de uitgelegde dode ganzen en eenden onder en naast de hoogspanningsverbinding.

Figuur 6.2. We plaatsten de kadavers op hun buik in het grasland.

We monitorden de kadavers met wildcamera's om inzicht te krijgen in de aaseters die erop afkwamen. Naast elk kadaver plaatsten we twee camera's voor een volledig beeld en back-up bij technische problemen (figuur 6.3). We bevestigden de camera's met tie-wraps aan een houten paaltje, op ongeveer 60 centimeter van grond tot lens (figuur 6.4). Het kadaver plaatsten we op 3 meter afstand van de camera's. We knipten de begroeiing rondom de camera's weg, om valse camera triggers te voorkomen. De camera's detecteerden beweging tot 15,2 meter afstand. Bij een trigger maakte de camera vier foto's, gevolgd door een wachttijd van een minuut.

Figuur 6.3. De proefopstelling met het kadaver in het midden en twee camera's ernaast.

Figuur 6.4. Een wildcamera bevestigd aan een houten paaltje in de grond.

De proefopstelling bleef bij elk kadaver een week staan. We bezochten de eerste vier opstellingen tussentijds om de dag, en de overige één keer per week. Zo kregen we beter inzicht in wat er met de kadavers gebeurde en konden we de opstellingen herstellen wanneer de camera's bijvoorbeeld waren verdraaid of batterijen leeg waren. Kadavers die een korte afstand versleept waren, plaatsten we terug voor de camera. Na afloop fotografeerden we de eventuele overblijfselen van het kadaver en lieten deze liggen in het grasland. De kadavers die binnen het zoekgebied lagen, hebben we nog een aantal keren bezocht en gefotografeerd tijdens zoekrondes.

6.3. Data-analyse

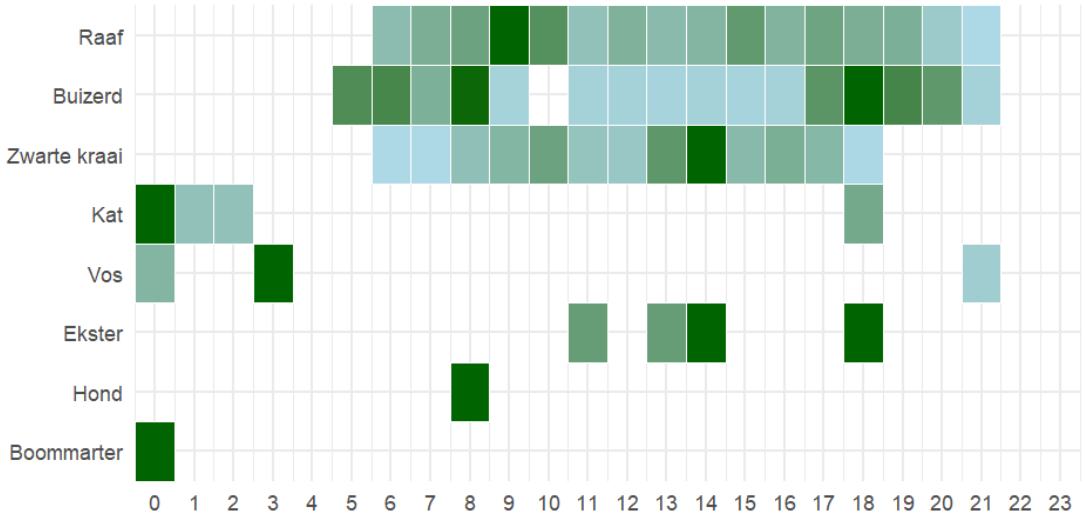
Om vast te stellen welke aaseters de kadavers bezochten, hebben we alle 28.192 foto's van de wildcamera's bekeken en geannoteerd. Bij elk bezoek van een dier noteerden we de soort, het aantal individuen, de afstand tot het kadaver en de begin- en eindtijd van het bezoek. Om de correctiefactor te berekenen, hebben we de eindstaat van de kadavers ingedeeld in acht categorieën, variërend van intact tot volledig verdwenen (bijlage 2). We beschouwden een kadavers als 'verdwenen' wanneer er alleen nog enkele veren lagen of wanneer het volledig weg was. We berekenden vervolgens het percentage van de uitgelegde kadavers dat binnen zeven dagen verdween, en rekenden dit om naar een correctiefactor die we toepasten op het aantal gevonden slachtoffers.

6.4. Aaseters

In totaal bezochten acht soorten aaseters de kadavers: de raaf, buizerd, zwarte kraai, kat, vos, ekster, boommarter en hond (tabel 6.1). Van deze soorten vraten vooral raven, zwarte kraaien en buizerds aan de kadavers. Deze soorten zagen we ook vaak tijdens zoekrondes (zie hoofdstuk 7). Raven, buizerds, zwarte kraaien en eksters bezochten de kadavers voornamelijk overdag (figuur 6.5). Raven verschenen vooral in de ochtend, terwijl zwarte kraaien en eksters vooral 's middags de kadavers bezochten. Buizerds zagen we meestal vroeg in de ochtend en in de avond. Zoogdieren zoals de vos, kat en boommarter verschenen juist in de nacht en schemeruren. Gedurende een dag kunnen de kadavers dus vrijwel continu bezocht worden door verschillende aaseters.

Tabel 6.1. Aaseters die de kadavers bezochten met het totaal aantal bezoeken, het aantal minuten per bezoek en het gemiddeld aantal bezoeken per dag.

Soort	Totaal aantal bezoeken	Gemiddeld aantal minuten per bezoek	Gemiddeld aantal bezoeken per dag
Raaf	313	5,63	2,29
Buizerd	130	7,25	0,95
Zwarte kraai	96	3,12	0,70
Vos	7	0,62	0,06
Kat	5	0,55	0,05
Ekster	3	0,64	0,03
Boommarter	1	1,00	0,01
Hond	1	0,50	0,01



Figuur 6.5. De aanwezigheid van aaseters bij een kadaver gedurende een dag. Hoe donkerder/groener een blokje, hoe langer de aaseter dat uur aanwezig was.

6.5. Verdwijning van grote kadavers

Na een week tijd waren vier van de acht ganzenkadavers versleept tot buiten het bereik van de camera. Drie daarvan werden door buizerds, zwarte kraaien en raven enkele meters verplaatst (2,5 tot 5,5 meter). Eén gans werd volledig weggesleept door een vos, en die vonden we niet meer terug (figuur 6.6). Er bleven alleen nog

enkele veren achter. Na een week bleven van zeven ganzen nog vindbare resten over, zoals botten en vleugels (bijlage 2). Van vier ganzen was het kadaver volledig opgegeten, met alleen nog resten van botten en vleugels, die niet meer aantrekkelijk zijn voor aaseters. Eén gans was deels opgegeten, en twee ganzen grotendeels opgegeten, maar met allen nog aantrekkelijke resten voor aaseters.

Figuur 6.6. Een vos vlak voordat hij een uitgelegd ganzenkadaver wegsleept.

6.6. Verdwijning van kleine kadavers

Alle eendenkadavers werden versleept. Drie kadavers werden enkele meters verplaatst (1,5 tot 2,5 meter), terwijl vijf andere volledig waren weggesleept. Die vonden we ook niet meer terug. Buizerds, zwarte kraaien en raven versleepten geleidelijk vier kadavers met een paar meter, door telkens een beetje aan het kadaver te trekken als ze ervan aten (figuur 6.7). Vermoedelijk heeft een vos een kadaver helemaal weggesleept, aangezien er vaak een vos in beeld kwam toen het kadaver al uit beeld was. Vermoedelijk nam een vliegende roofvogel een vijfde kadaver mee, aangezien de eend plotseling uit beeld verdween. De kleine kadavers van de eenden raakten veel sneller onvindbaar dan de grote kadavers van ganzen (bijlage 2). Na een week waren vijf eenden volledig verdwenen (hooguit wat veren resterend) en drie anderen waren volledig opgegeten, waarbij alleen botten en vleugelresten achterbleven.

Figuur 6.7. Buizerds aten vaak van de uitgelegde kadavers en versleepten ze daarmee ook geleidelijk.

6.7. Verdwijning van gevonden kadavers

De vier dode vogels die we tijdens zoekrondes vonden, lieten we liggen in het grasland zodat we ze opnieuw konden bezoeken bij latere zoekrondes. Omdat we niet wisten hoe lang ze al in het grasland lagen, telden we de dagen vanaf de vondst. We hebben deze verdwijnsnelheden dan ook niet gebruikt om een correctiefactor mee te berekenen. Drie kadavers (twee grauwe ganzen en de soepeend) waren al aangevreten toen we ze vonden, en één (blauwe reiger) was al deels opgegeten. Vijf tot zeven dagen na de vondst waren de kadavers van de blauwe reiger en grauwe ganzen grotendeels verdwenen, en bleven alleen botten en vleugelresten over (bijlage 2). De soepeend was bij het tweede bezoek al volledig weg. Hoewel resten soms nog weken zichtbaar bleven, was het vlees er al gauw af waardoor ze niet meer aantrekkelijk waren voor aaseters. Na drie tot vier weken bleven alleen wat veren over, mede door maaiwerkzaamheden. Eén gans konden we door het maaien ook niet meer opnieuw bezoeken.

6.8. Correctiefactor verdwijning

Binnen zeven dagen verdween gemiddeld 37,5% van alle uitgelegde kadavers (tabel 6.2). Het is dus aannemelijk dat we tijdens zoekrondes een vergelijkbaar deel van de draadslachtoffers missen, omdat kadavers verdwijnen door versleping, aaseterij of ontbinding. Kleine kadavers verdwenen sneller dan grote. Meer dan de helft van de kleine kadavers (62,5%) verdween binnen een week, ten opzichte van 12,5% van de grote kadavers. Landschapstype leek ook een rol te spelen, hoewel niet significant. Kadavers langs de slootrand verdwenen iets sneller dan die nabij een hoogspanningsmast of midden in het grasland, al waren de verschillen klein.

Omdat kleine kadavers sneller verdwenen dan grote kadavers, passen we twee verschillende correctiefactoren toe. Van de uitgelegde eenden verdween 62,5% binnen een week. Het is daarom aannemelijk dat slechts 37,5% van de slachtoffers ter grootte van een eend of kleiner werd teruggevonden. We passen daarom een correctiefactor toe van (1 / 0,375) = 2,67 op alle kleine soorten gevonden dode vogels. Van de uitgelegde ganzen verdween 12,5% binnen een week. Het is daarom aannemelijk dat 87,5% van de slachtoffers ter grootte van een gans een groter werd teruggevonden. We passen daarom een correctiefactor toe van (1 / 0,875) = 1,14 op alle grote soorten gevonden dode vogels.

Tabel 6.2. Percentages verdwenen kadavers na een week en bijbehorende correctiefactoren om het aantal gevonden slachtoffers te corrigeren voor de verdwijning van kadavers binnen het zoekinterval van zeven dagen.

Categorie	Verdwenen kadavers (%)	Vindbare draadslachtoffers (%)	Factor vindbare draadslachtoffers	Correctiefactor
Totaal	37,5	62,5	0,625	1,60
Formaat				
Kleine kadavers	62,5	37,5	0,375	2,67
Grote kadavers	12,5	87,5	0,875	1,14
Landschapstype				
Hoogspanningsmast	33,3	66,7	0,667	1,50
Slootrand	50	50	0,500	2,00
Open grasland	25	75	0,750	1,33

7. Vogeltellingen

7.1. Aanwezige of overvliegende soorten

Het risico op aanvaringen tussen vogels en hoogspanningsdraden is groter wanneer het gebied onder en rondom de hoogspanningsverbinding leefgebied is voor vogels (figuur 7.1). Hoe intensiever soorten gebruik maken van het gebied, des te groter de kans dat vogels de draden kruisen en ertegenaan vliegen. Dit geldt met name voor soorten die zich regelmatig verplaatsen tussen rust-, broed- en foerageergebieden. Bij dergelijke pendelbewegingen passeren vogels regelmatig de hoogspanningsverbinding, waardoor het risico op aanvaringen toeneemt. Purperreigers pendelen bijvoorbeeld in de broedperiode dagelijks heen en weer tussen nestplaats en foerageergebied (van der Winden & van Horssen 2010; van der Winden *et al.* 2012), en grauwe ganzen vliegen in de nazomer vaak heen en weer tussen foerageergebied en slaapplaats.

Figuur 7.1. Foeragerende en rustende grauwe ganzen in het grasland onder de hoogspanningsverbinding.

7.2. Methode

Om een indruk te krijgen van de aantallen vogels die gebruik maken van de polders rondom de bestaande hoogspanningsverbinding, noteerden we tijdens zoekrondes de aanwezige en overvliegende vogels. De focus lag voornamelijk op reigers, eenden, ganzen, steltlopers en roofvogels. Van alle vogels ter plaatse in het zoekgebied noteerden we: soort, aantal, gedrag (foerageren, rusten, vliegen, cirkelen, opvliegen, landen, ter plaatse) en leeftijd (juveniel, subadult of adult). Van overvliegende vogels noteerden we de vliegrichting en vlieghoogte. Van de vogels die een hoogspanningsverbinding passeerden noteerden we ook de vliegwijze t.o.v. de hoogspanningsdraden (boven, onder of doorheen) en opvallende gedragingen bij het naderen of passeren van de draden. Vanaf augustus noteerden we ook de vogels in de polders ten noorden van de hoogspanningsverbinding, achter de Zuidpolderweg. Belangrijk is wel dat onze aandacht vooral ging naar het opsporen van draadslachtoffers (zie hoofdstuk 4). Hierdoor hebben we mogelijk een deel van de aanwezige of overvliegende vogels gemist. Onderstaande resultaten geven dus een onderschatting, maar laten wel goed het algemene beeld en patronen zien.

7.3. Soortbespreking

Lokale soorten in de broedtijd

Veelvoorkomende soorten waren krakeenden, wilde eenden, en meerkoeten die in de sloten van de polders broedden en foerageerden (tabel 7.1). Deze soorten verblijven in de broedperiode dichtbij hun nest en kuikens, en foerageren vooral lokaal. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat ze gebonden waren aan het Naardermeer. Na de broedtijd kunnen eenden wel van/naar het Naardermeer pendelen tussen foerageergebied en slaapplaats. Blauwe reigers waren talrijk en foerageerden langs sloten en in het grasland. Vanaf juli zagen we steeds meer blauwe reigers, waaronder juvenielen (figuur 7.2). In tegenstelling tot purperreigers maakten ze korte voedselvluchten en foerageerden vooral lokaal, wat erop wijst dat ze niet uit het Naardermeer kwamen. Een paar knobbelzwanen bracht in het oostelijke deel van het onderzoekstraject vier jongen groot, eveneens een soort die dan lokaal foerageert. Opvallend was bovendien een paar raven dat in mast 33 succesvol jongen grootbracht. Na het uitvliegen zagen we de familie nog geregeld in de omliggende graslanden.

Tabel 7.1. Aanwezige en overvliegende vogels in het onderzoeksgebied, gemiddeld per bezoek (n = 16), inclusief standaardafwijking.

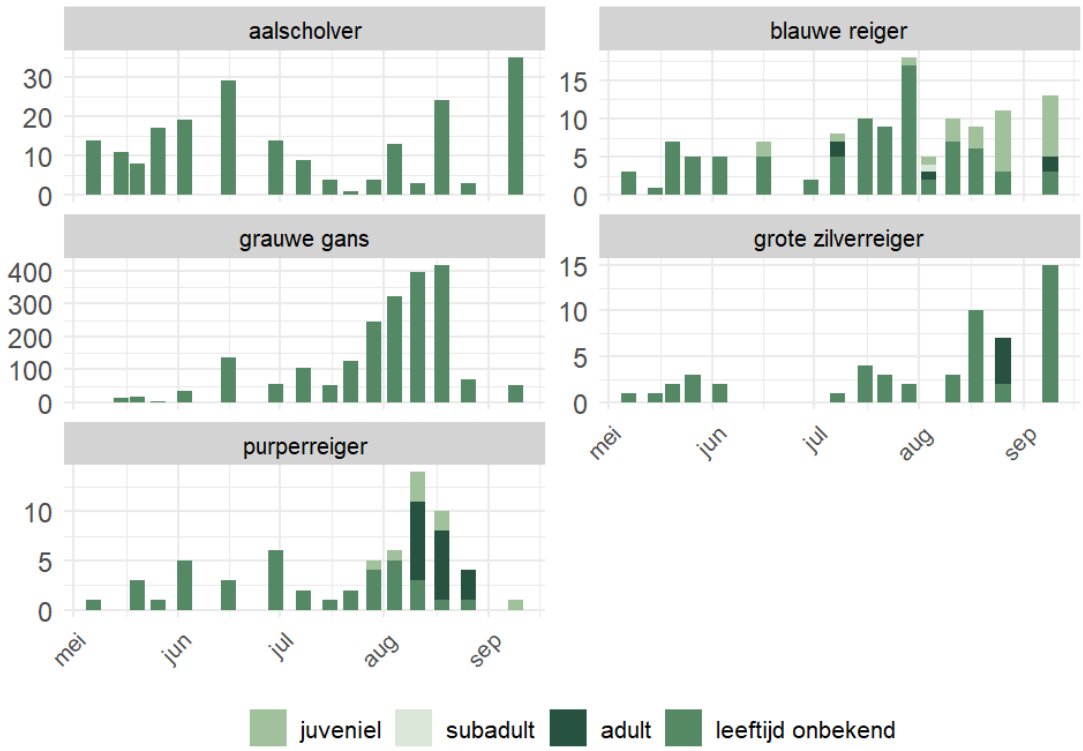
Soort	Gemiddeld aantal ter plaatse	Standaardafwijking ter plaatse	Gemiddeld aantal overvliegend	Standaardafwijking overvliegend
Grauwe gans	87	106	42	69
Krakeend	13	11	3	3
Wilde eend	8	13	1	2
Blauwe reiger	7	4	1	1
Meerkoet	5	6	<1	0
Knobbelzwaan	3	3	<1	0
Grote zilverreiger	3	4	<1	0
Purperreiger	3	4	1	1
Grote Canadese gans	2	6	<1	0
Raaf	2	2	<1	0
Kievit	2	6	<1	0
Buizerd	1	1	2	2
Aalscholver	1	1	12	10
Scholekster	1	1	<1	1
Torenvalk	1	1	<1	1
Lepelaar	1	2	<1	1
Nijlgans	1	1	<1	1
Eend sp.	<1	1	<1	1
Kleine mantelmeeuw	<1	1	<1	1
Ooievaar	<1	0	<1	0
Soepeend	<1	1	<1	0
Havik	<1	0	<1	0
IJsvogel	<1	0	<1	0
Paapje	<1	0	<1	0
Sperwer	<1	0	<1	0
Bergeend	<1	0	<1	1
Boomvalk	<1	0	<1	0
Bruine kiekendief	<1	0	<1	0
Koekoek	<1	0	<1	1
Kokmeeuw	<1	0	<1	1
Visdief	<1	0	<1	0
Zeearend	<1	0	<1	0

Purperreiger
We zagen regelmatig enkele purperreigers foerageren langs de sloten en in de graslanden van de polders. Vanaf augustus namen de aantallen toe en zagen we ook meer juvenielen foerageren (figuur 7.2). De meeste purperreigers zagen we in westelijke deel van het onderzoekstraject nabij mast 19 en ten noorden van de Zuidpolderweg. Deze aantallen komen goed overeen met de inschatting van zeven tot acht exemplaren, die we in de bureaustudie maakten, op basis van literatuur. Het is dus aannemelijk dat deze purperreigers broeden in het Naardermeer, en dagelijks op en neer vliegen naar de Noordpolders om te foerageren en eten mee te nemen voor hun jongen.

Grauwe gans
Gedurende het seizoen waren grauwe ganzen in de polder veruit het talrijkst, met een duidelijke toename in augustus en september (figuur 7.2). Vrijwel elk bezoek foerageerden en rustten er tientallen grauwe ganzen in de graslanden, en vlogen er geregeld groepen van enkele tot tientallen ganzen over. Mogelijk waren dit in mei-juni niet-broedende grauwe ganzen of ganzen met mislukte nesten. Vanaf augustus waren grauwe ganzen steeds talrijker en foerageerden er wel honderden grauwe ganzen in de polders. Ook vlogen er steeds meer grote groepen over de polders. Dit komt goed overeen met de verwachting (van Zetten & van der Winden 2025) dat ze na het broeden en ruien in het najaar pendelen tussen slaapplaats in het Naardermeer en foerageergebied in de Noordpolders.

Aalscholver
Er vlogen geregeld aalscholvers over de polders richting het noorden of zuiden, dus van het Naardermeer af of ernaartoe. Dit waren meestal enkele individuen of kleine groepen van maximaal vijf. Tijdens één veldbezoek zagen we in totaal enkele tientallen aalscholvers. Waarschijnlijk waren dit aalscholvers die in het Naardermeer broedden naar een foerageergebied vlogen. Eén keer zagen we een aalscholver foerageren in een sloot.

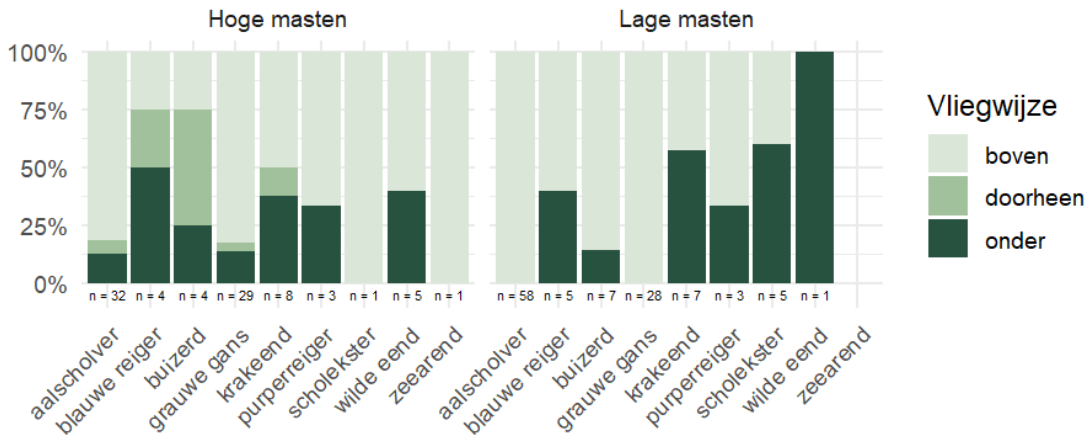
Grote zilverreiger
Langs de sloten en in de graslanden van de polders foerageerden vaak grote zilverreigers. Recent heeft een paar grote zilverreigers zich gevestigd in het Naardermeer als broedvogel. Buiten de broedperiode is er in het Naardermeer een slaapplaats voor maximaal 70 grote zilverreigers. Vanaf augustus namen de aantallen sterk toe (figuur 7.2), dus vermoedelijk slapen de foeragerende reigers van de Noordpolders dan in het Naardermeer.



Figuur 7.2. Aantallen van overvliegende en lokaal aanwezige aalscholvers, blauwe reigers, grauwe ganzen, grote zilverreigers en purperreigers gedurende het seizoen, uitgesplitst naar leeftijdsklasse (juveniel, subadult, adult of onbekend).

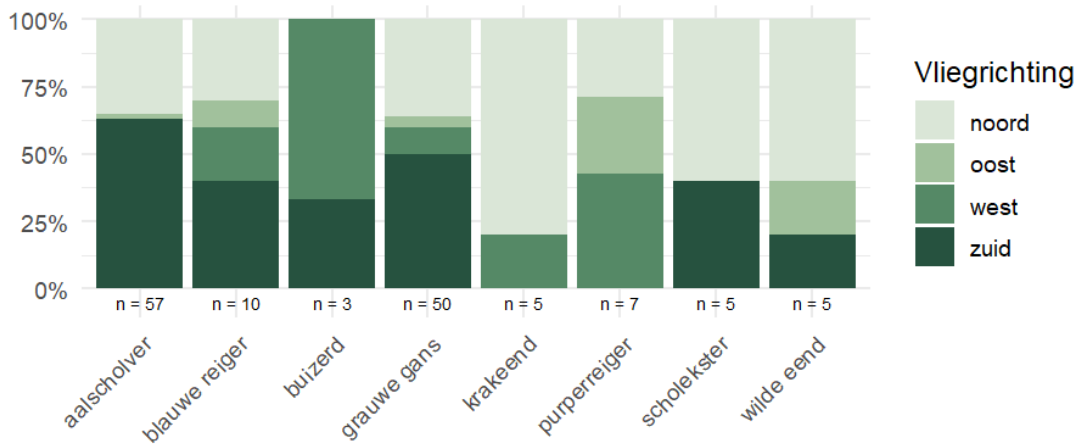
7.4. Gedragingen bij een hoogspanningsverbinding

Overvliegende vogels vlogen meestal op 20 tot 60 meter hoogte, hoewel er binnen soorten veel variatie was (bijlage 3). Als vogels de hoogspanningsdraden passeerden, vlogen ze er meestal overheen (figuur 7.3). Bij de lage delen van de hoogspanningsverbinding vlogen vogels vaker over de draden heen dan bij de hoge delen (Fisher's exact test, $p < 0,05$). Bij de hoge masten vlogen vogels bovendien vaker door de draden heen (Fisher's exact test, $p < 0,05$).



Figuur 7.3. De relatieve verdeling van de wijze waarop overvliegende vogels de hoge en lage hoogspanningsdraden passeerden (boven, doorheen of onder).

Vogels vlogen vaker richting het noorden of zuiden dan naar het oosten of westen (X^2, $p < 0{,}05$; figuur 7.4). Het is dus aannemelijk dat deze vogels vanuit het Naardermeer naar het noorden vliegen om te foerageren, of juist naar het Naardermeer toevliegen.



Figuur 7.4. De relatieve verdeling van vliegrichtingen (noord, oost, west, zuid) van de talrijkste overvliegende soorten.

8. Risicovolle vliegbewegingen

8.1. Vliegbewegingen en aanvaringsrisico's

Het risico op aanvaringen tussen vogels en hoogspanningsdraden wordt bepaald door de soortspecifieke aanvaringskans en de frequentie waarmee vogels een hoogspanningsverbinding kruisen. De aanvaringskans hangt samen met morfologische- en gedragskenmerken, en geeft de gevoeligheid van een soort voor botsingen met draden weer. Vogels lopen meer risico op aanvaringen met hoogspanningsdraden wanneer zij frequent over een verbinding vliegen (Buij *et al.* 2018). Tijdens het broedseizoen zijn veel soorten gebonden aan hun nestplaats, terwijl vanaf de nazomer grotere groepen vogels dagelijks pendelen tussen foerageergebieden en slaapplaatsen, vaak in hoge frequentie. Deze regelmatige vliegbewegingen zijn relevanter voor het aanvaringsrisico dan incidentele passages van doortrekkers op grotere hoogte. Omdat aanvaringsrisico's daarmee zowel soort- als locatiespecifiek zijn, hebben we onderzocht welke soorten in en rondom het Naardermeer risico lopen (van Zetten & van der Winden 2025). We richtten onze aandacht op vogelsoorten die in het Naardermeer een broed- of rustplek hebben en waarvoor een instandhoudingsdoel geldt, of waarvoor het Naardermeer een verantwoording heeft (zie paragraaf 3.2). De belangrijkste doelsoorten waren de purperreiger, aalscholver en grauwe gans, maar we registreerden daarom ook vliegbewegingen van grote zilverreigers, lepelaars en eenden.

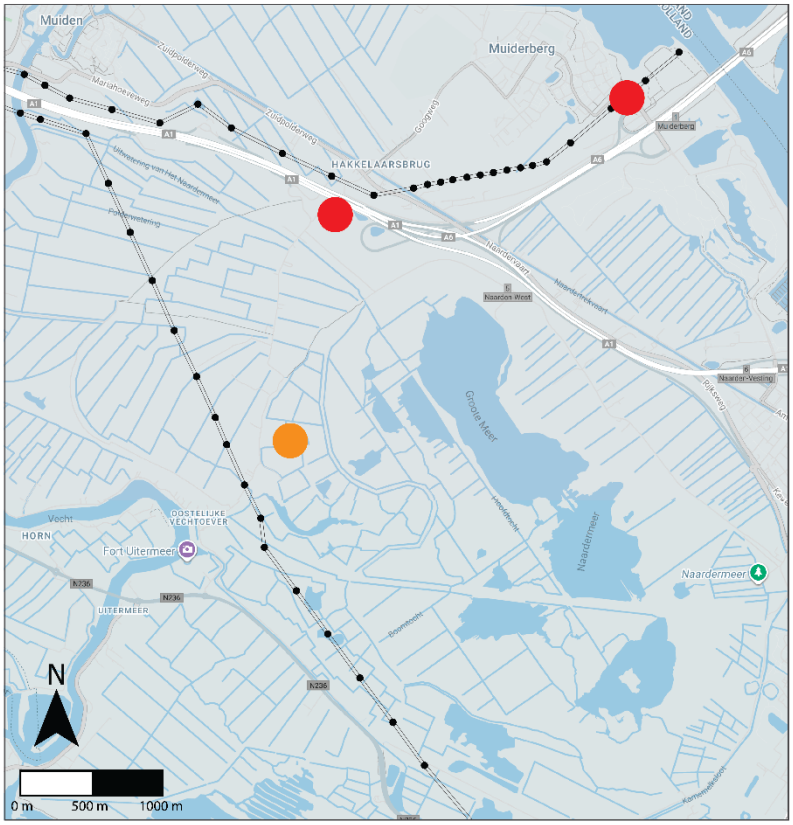
8.2. Methode

In juni en juli brachten we de vliegpaden en aantallen van vogels bij de bestaande hoogspanningsverbinding in kaart, en koppelden deze aan de inschattingen van draadslachtoffers uit de bureaustudie (van Zetten & van der Winden 2025). We registreerden de vliegbewegingen met meerdere waarnemers tegelijk vanaf verschillende locaties ongeveer 2 kilometer uit elkaar (tabel 8.1). Vanaf twee observatiepunten was er goed zicht op het onderzoekstraject (rode stippen in figuur 8.1), en vanaf één observatiepunt was goed zicht op een andere hoogspannings-verbinding Diemen – 's Graveland ten westen van het Naardermeer (oranje stip in figuur 8.1). Zo konden we de risicovolle vliegbewegingen voor zowel het bestaande als het geplande tracé in kaart brengen, maar ook een inschatting maken van de overige vliegbewegingen richting het westen.

Tabel 8.1. Drie momenten waarop we vliegbewegingen registreerden vanaf de observatiepunten.

Datum	Starttijd	Eindtijd	Waarnemers (#)	Observatiepunten	Waarnemingen (#)	Vogels (#)
30-6-2025	4:40	6:30	3	Twee bij onderzoekstraject + één bij westelijk tracé	133	819
22-7-2025	19:35	22:00	2	Twee bij onderzoekstraject	62	119
29-7-2025	20:10	22:15	3	Twee bij onderzoekstraject + één bij westelijk tracé	71	121

We observeerden wanneer de vliegactiviteit het hoogst is, dus in de schemering vroeg in de ochtend één uur voor zonsopkomst tot één uur erna, of in de avond ongeveer anderhalf uur voor zonsondergang tot een half uur erna. We documenteerden alle overvliegende vogels en noteerden de vliegrichting als pijlen op een kaart. We noteerden de tijd, pijlnummer van vliegrichting, soort, aantal en vlieghoogte (bijlage 4). Opvallende reacties van vogels bij het naderen of passeren van de draden of masten registreerden we ook. De vlieghoogte bepaalden we door de positie van de vogel te vergelijken met de dichtstbijzijnde hoogspanningsmast, dus bijvoorbeeld 1,25 keer de hoogte van mast 32. Vervolgens rekenden we deze relatieve schattingen om naar absolute hoogtes door de bekende masthoogtes in te vullen.



Figuur 8.1. Overzicht van de observatiepunten van vliegbewegingen. De rode stippen geven de observatieplekken weer met zicht op het onderzoekstraject. De oranje stip geeft de observatieplek weer met zicht op het westelijk tracé.

8.3. Overvliegende soorten

Tijdens de registratiemomenten vlogen 25 grote vogelsoorten over het risicogebied in de omgeving van de geplande hoogspanningsverbinding en het gebied ten westen van het Naardermeer (bijlage 4). Over alleen het risicogebied vlogen 21 soorten voorbij, waarvan grauwe ganzen, aalscholvers en purperreigers het talrijkst waren (tabel 8.2).

Tabel 8.2. Soorten en aantallen die per registratiemoment in het risicogebied bij de bestaande hoogspanningsverbinding vlogen.

30 juni 2025		22 juli 2025		29 juli 2025	
Soort	Aantal	Soort	Aantal	Soort	Aantal
Grauwe gans	276	Grauwe gans	30	Kleine mantelmeeuw	18
Aalscholver	74	Purperreiger	14	Grauwe gans	14
Eend sp.	42	Aalscholver	13	Purperreiger	14
Kokmeeuw	8	Eend sp.	13	Grote zilverreiger	7
Purperreiger	6	Kleine mantelmeeuw	12	Scholekster	6
Kleine mantelmeeuw	3	Grutto	8	Krakeend	5
Blauwe reiger	2	Blauwe reiger	6	Visdief	5
Knobbelzwaan	2	Krakeend	5	Eend sp.	2
Buizerd	1	Nijlgans	4	Lepelaar	2
Nijlgans	1	Wilde eend	4	Aalscholver	1
Reiger sp.	1	Visdief	3	Blauwe reiger	1
Torenvalk	1	Knobbelzwaan	2	Wilde eend	1
		Lepelaar	2	Ooievaar	1
		Kokmeeuw	1	Torenvalk	1
		Grote zilverreiger	1	Stormmeeuw	1
		Ooievaar	1		

8.4. Passages over hoogspanningsverbindingen

Hoge en lage masten

Van alle vogels die de hoogspanningsverbinding in het risicogebied van het geplande tracé passeerden, vlogen er aanzienlijk meer groepen vogels over het hoge mastgedeelte dan over het lage mastgedeelte (bijlage 4; Poisson GLM, $p < 0,05$), terwijl het aantal vogels over beide mastgedeeltes vergelijkbaar was (Wilcoxon, $p > 0,05$). Er vlogen meer groepen aalscholvers en grauwe ganzen over de hoge masten, maar meer individuen over de lage masten.

Vlieghoogte

Vogels vlogen gemiddeld hoger bij het passeren van hoge mastdelen dan bij de lage delen (Wilcoxon, $p < 0,05$; tabel 8.3). De variatie in vlieghoogte was groot, vooral bij hoge masten. Aalscholvers vlogen gemiddeld iets lager dan grauwe ganzen. Sommige soorten, zoals purperreigers en knobbelzwanen, vlogen alleen boven hoge mastgedeeltes.

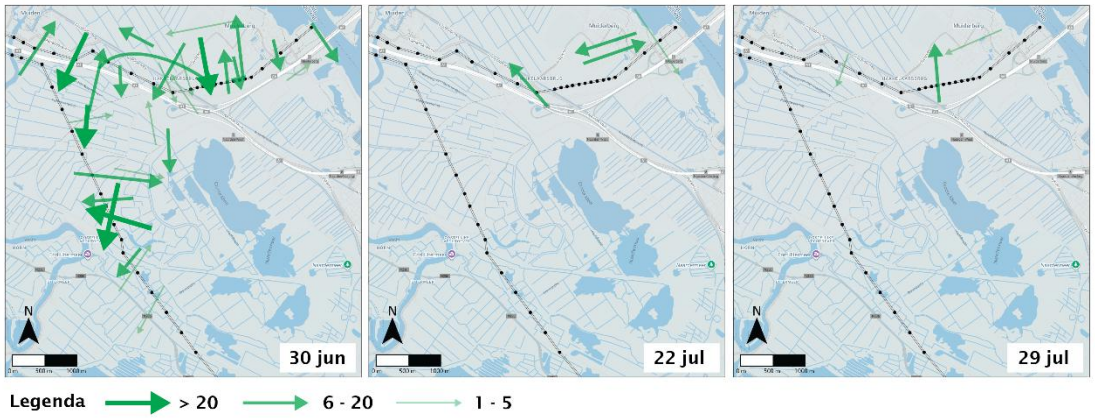
Tabel 8.3. Gemiddelde hoogte van overvliegende vogels die hoge of lage mastendelen passeerden, op basis van het aantal overvliegende groepen ($n \geq 2$) over het risicogebied én het gebied ten westen van het Naardermeer.

Soort	Masttype	Gemiddelde vlieghoogte (m)	Standaardafwijking	Aantal groepen
Totaal	Hoge masten	60	28	154
	Lage masten	37	12	38
Aalscholver	Hoge masten	55	22	29
	Lage masten	39	12	11
Blauwe reiger	Hoge masten	22	6	6
Eend sp.	Hoge masten	95	15	6
	Lage masten	47	29	2
Grauwe gans	Hoge masten	61	25	33
	Lage masten	35	13	11
Grote zilverreiger	Hoge masten	60	24	4
Kleine mantelmeeuw	Hoge masten	61	17	11
	Lage masten	35	10	9
Knobbelzwaan	Lage masten	45	n.v.t.	1
	Hoge masten	31	8	2
Kokmeeuw	Hoge masten	60	8	3
	Hoge masten	85	42	5
Lepelaar	Hoge masten	67	17	6
Nijlgans	Hoge masten	54	8	2
Ooievaar	Hoge masten	36	17	2
Purperreiger	Hoge masten	55	28	27
	Lage masten	23	n.v.t.	1
Torenvalk	Hoge masten	47	12	3
Visdief	Hoge masten	114	36	3
	Lage masten	45	0	2
Wilde eend	Hoge masten	61	18	5

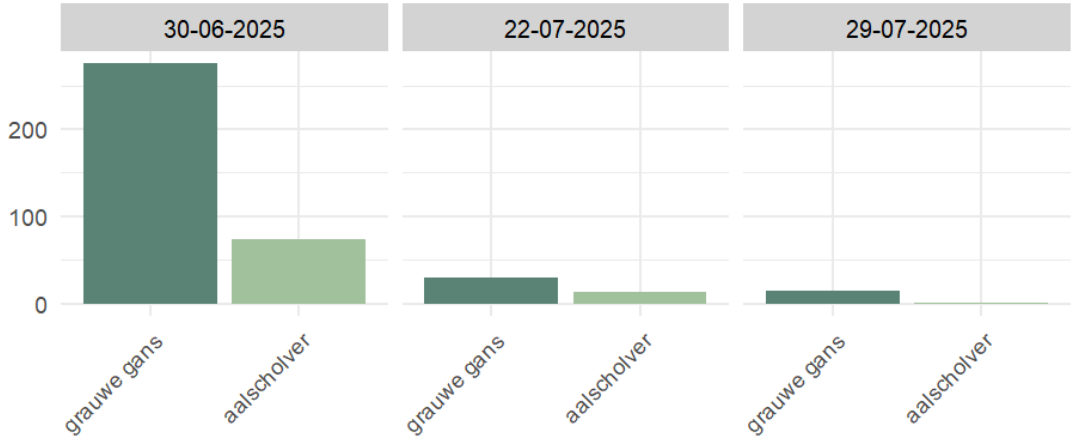
8.5. Soortbespreking

Grauwe gans

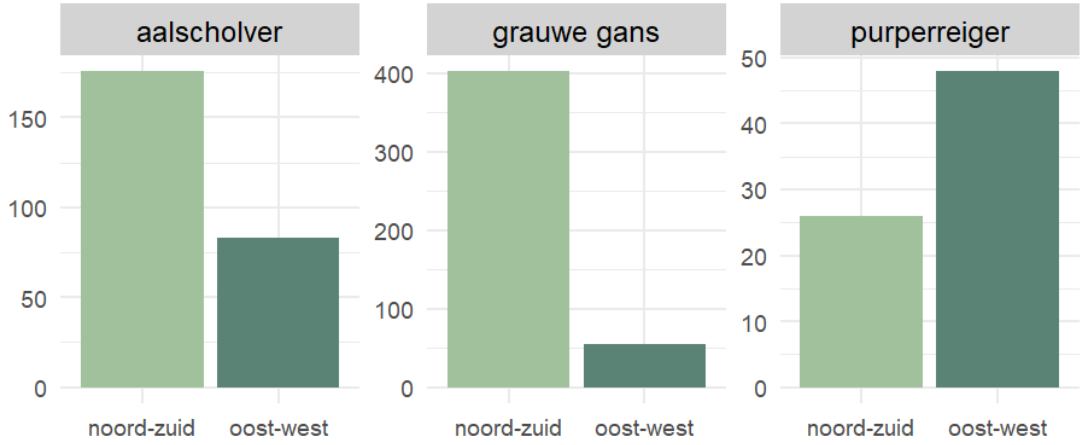
Grauwe ganzen vlogen talrijk over het risicogebied, met de hoogste aantallen eind juni en aanzienlijk lagere aantallen later in juli (figuur 8.2). In juni vlogen enkele grotere groepen van ieder tot bijna honderd vogels voorbij (figuur 8.3). Ze vlogen vooral richting het noorden of zuiden (figuur 8.4). Grauwe ganzen ruien hun slagpennen in juni en juli, waardoor ze tijdelijk niet kunnen vliegen. Daarom vlogen er weinig grauwe ganzen over in juli. De piek in juni komt mogelijk door niet-broedende grauwe ganzen of ganzen met mislukte nesten. Omvangrijke vliegbewegingen van honderden of duizenden grauwe ganzen verwachten we vanaf augustus, wanneer ze dagelijks heen en weer pendelen tussen slaapplaats en foerageergebied. Bij het zoeken naar draadslachtoffers in augustus en september zagen we inderdaad honderden grauwe ganzen rusten en foerageren in de Noordpolders en in de graslanden achter de Googweg, terwijl dit in juni en juli nog maar om enkele of tientallen ging.



Figuur 8.2. Vliegbewegingen van grauwe ganzen. De pijlen geven de vliegrichtingen weer, en de dikte van de pijlen representeert de aantallen.



Figuur 8.3. Aantallen grauwe ganzen en aalscholvers die over het risicogebied vlogen.

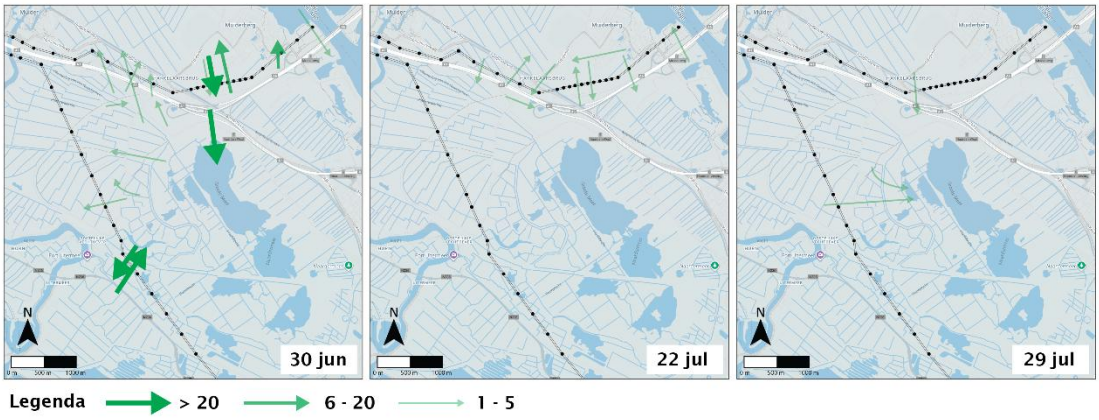


Figuur 8.4. Verdeling van de vluchten van aalscholvers, grauwe ganzen en purperreigers over de noord-zuid vliegroute en de oost-west vliegroute.

Aalscholver

Aalscholvers vlogen ook regelmatig over het risicogebied bij de geplande hoogspanningsverbinding (figuur 8.5). Net als bij grauwe ganzen piekte het aantal aalscholvers in juni met meer dan zeventig vogels (figuur 8.3). Dit was nog net in de broedperiode, wanneer aalscholvers overdag meerdere voedselvluchten per dag maken om eten mee te nemen voor hun jongen. Vanaf juli zijn de jongen zelfstandig, en pendelen aalscholvers ook niet meer zo vaak heen en weer. Onze

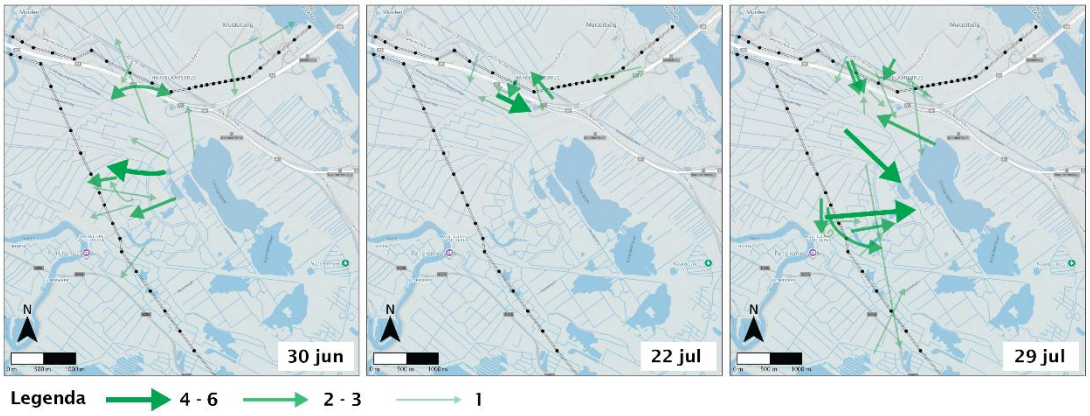
waarnemingen sluiten aan bij de verwachte aantallen van 80 tot 240 aalscholvers die dagelijks de hoogspanningsverbinding zouden passeren (van Zetten & van der Winden 2025).



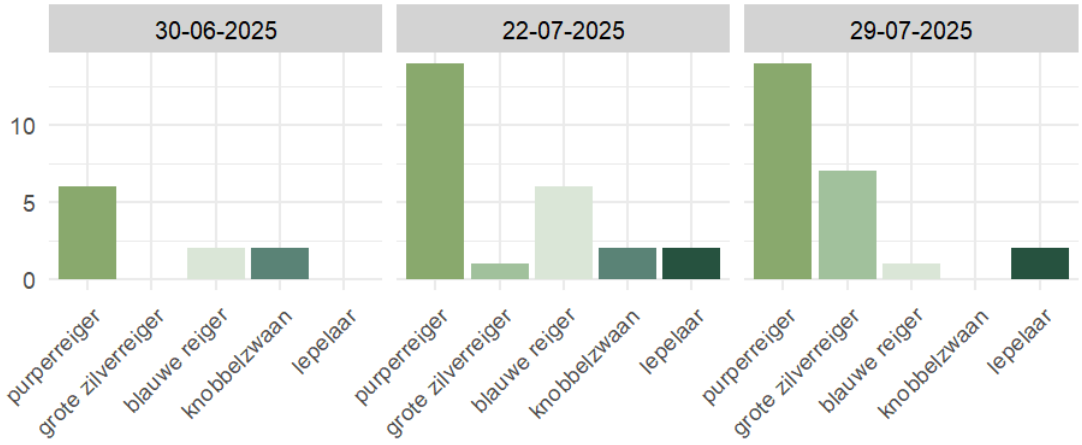
Figuur 8.5. Vliegbewegingen van aalscholvers. De pijlen geven de vliegrichting weer, en de dikte van de pijlen representeert de aantallen.

Purperreiger

Purperreigers vlogen zowel ten noorden als ten westen van het Naardermeer (figuur 8.6). Zoals verwacht vlogen de meeste purperreigers naar het gebied ten westen van het Naardermeer, hoewel ook een deel naar het noorden vloog om te foerageren (figuur 8.4). In juli waren purperreigers talrijker dan in juni (figuur 8.7). De jongen zijn dan uitgevlogen en vliegen ook naar foerageergebieden. Na de broedtijd foerageren purperreigers dichterbij hun slaapplaatsen dan bij de broedkolonie (van der Winden *et al.* 2010). Enkele purperreigers landden bij de plas in de lus van de Googweg ten zuiden van de A1, waar ze overnachtten (figuur 8.5). Als purperreigers hier slapen en foerageren in de Noordpolders, kruisen ze dagelijks de geplande hoogspanningsverbinding. Onze waarnemingen van enkele volwassen purperreigers tot meer dan tien purperreigers inclusief juveniele vogels komt overeen met onze bureau-inschatting van het aantal vliegbewegingen (van Zetten & van der Winden 2025).

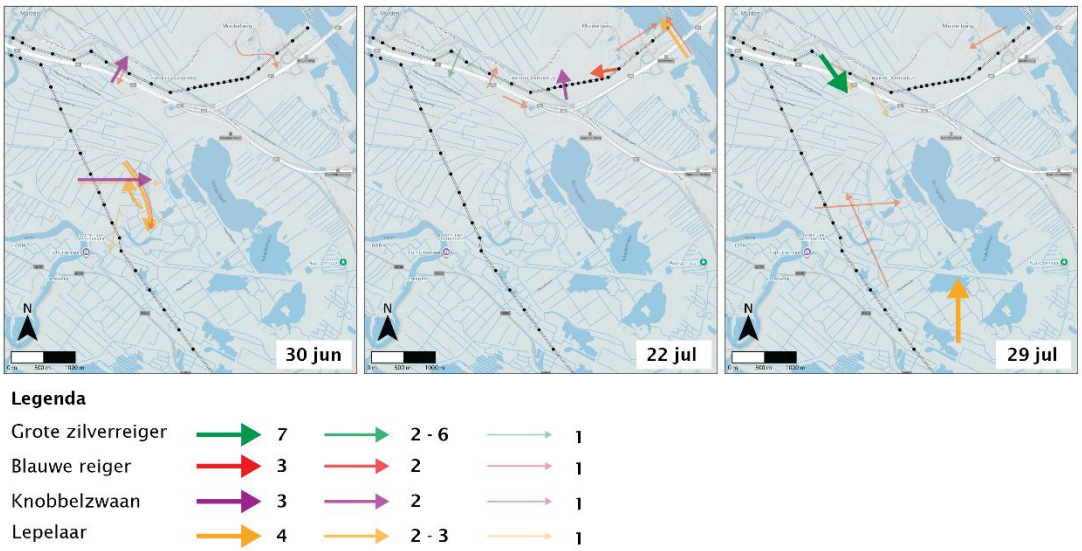


Figuur 8.6. Vliegbewegingen van purperreigers. De pijlen geven de vliegrichting weer, en de dikte van de pijlen representeren de aantallen.



Figuur 8.7. Aantallen purperreigers, grote zilverreigers, blauwe reigers, knobbelzwanen en lepelaars die over het risicogebied van de geplande hoogspanningsverbinding vlogen.

Grote zilverreiger, blauwe reiger, knobbelzwaan en lepelaar
Tijdens registratiemomenten in juli vlogen er maximaal zeven grote zilverreigers over de hoogspanningsverbinding bij het risicogebied, in de avond vaak landend bij de plas in de lus van de Googweg (figuur 8.7 en 8.8). Dit komt goed overeen met onze verwachting van enkele grote zilverreigers met risicovolle vliegbewegingen (van Zetten & van der Winden 2025). Ook blauwe reigers vlogen regelmatig voorbij, met een piek van zes vogels in juli (figuur 8.7 en 8.8). Een gedeelte hiervan bestaat uit juveniele vogels van dit jaar die vanaf juli ook zelfstandig kunnen foerageren. Dit zijn waarschijnlijk reigers die foerageren en rusten in de Noordpolders en zich lokaal verplaatsen tussen graslanden. Daarnaast vlogen zowel ten noorden als ten westen van het Naardermeer paren knobbelzwanen voorbij (figuur 8.8). In de broedperiode vliegen knobbelzwanen niet ver om te eten en blijven ze in de buurt van hun nest. Grotere winterse vliegbewegingen zijn waarschijnlijk risicovoller, wanneer ze wel dagelijks pendelen tussen slaapplaats en foerageergebied. Lepelaars vlogen, conform verwachting, ook af en toe voorbij, vermoedelijk vanuit naburige broedkolonies in de omgeving (figuur 8.8). Zeker verblijven er ook onvolwassen lepelaars, die nog niet broeden in de omgeving van het Naardermeer. Op basis van deze vliegbewegingen blijft onze inschatting van het verwachte aantal draadslachtoffers gelijk (zie van Zetten & van der Winden 2025).



Figuur 8.8. Vliegbewegingen van grote zilverreigers, blauwe reigers, knobbelzwanen en lepelaars. De pijlen geven de vliegrichting weer, en de dikte van de pijlen representeren de aantallen.

Kievit
Opvallend is dat we geen overvliegende kieviten zagen, hoewel we dat wel hadden ingeschat in de bureaustudie (van Zetten & van der Winden 2025). Vanaf juli vormen kieviten doorgaans grote groepen die heen en weer pendelen tussen foerageer- en rustgebieden. Tijdens zoekrondes naar slachtoffers zagen we in de broedperiode slechts enkele kieviten, en in augustus foerageerde er een groep van 25 kieviten in het grasland achter de Googweg. Dit is lager dan de verwachte 75-150 vogels. Mogelijk hebben we de groepen gemist doordat ze buiten de telmomenten aanwezig waren, of foerageerden kieviten dit jaar per toeval vaker op andere graslanden rondom het Naardermeer. Gezien de weinige risicovolle vliegbewegingen van kieviten over de geplande hoogspanningsverbinding, valt onze inschatting van het aantal mogelijke draadslachtoffers dit jaar lager uit dan verwacht (van Zetten & van der Winden 2025).

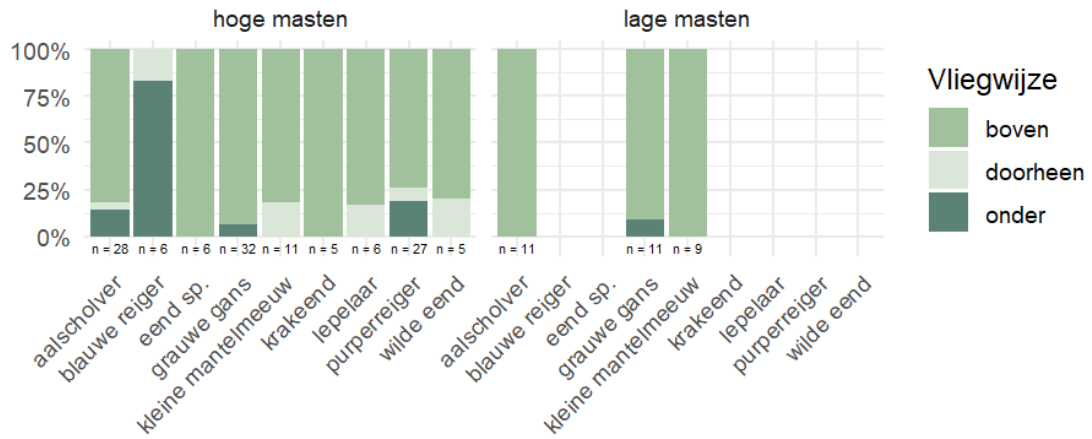
Krakeend en wilde eend
Tijdens twee registratiemomenten vlogen tien krakeenden voorbij. Omdat deze soort in de broedperiode vooral lokaal foerageert en dichtbij het nest en de kuikens blijft, gaat het waarschijnlijk om broedvogels uit de Noordpolders en niet om vogels afkomstig uit het Naardermeer. Wilde eenden vlogen ook af en toe langs. Net als krakeenden verblijven zij in de broedtijd doorgaans in de directe omgeving van hun nest en kuikens, waardoor deze vogels eveneens waarschijnlijk uit de Noordpolders afkomstig waren. Wilde eenden uit het Naardermeer verwachten we pas vanaf oktober, wanneer zij dagelijks pendelen tussen foerageergebieden en rustplaatsen. Op basis van deze vliegbewegingen blijft de inschatting van het aantal verwachte draadslachtoffers voor krakeenden en wilde eenden ongewijzigd (van Zetten & van der Winden 2025).

Kuifeend, tafeleend, smient en bergeend
We registreerden in de schemering in de ochtend en avond, waardoor we de vliegbewegingen van smienten en kuif- en tafeleenden niet konden vastleggen, omdat deze soorten voornamelijk in het donker vliegen. We hebben geen bergeenden zien overvliegen. Bergeenden broeden in het Naardermeer, maar blijven dan vooral lokaal. Na de broedtijd trekken ze richting de Waddenzee, waar ze de eenmalig de hoogspanningsverbinding kunnen passeren en risico lopen op botsingen. Ons aantal ingeschatte kuifeenden, tafeleenden, smienten en bergeenden als draadslachtoffers op basis van vliegbewegingen blijft dus gelijk (van Zetten & van der Winden 2025).

Kolgans en brandgans
Kolganzen overwinteren in grote aantallen in het Naardermeer, maar zijn in de zomer afwezig. We hebben de pendelbewegingen dus niet onderzocht. In de winter pendelen kolganzen vanuit het Naardermeer dagelijks naar foerageergebieden, waardoor er van oktober tot en met maart wel sprake kan zijn van risicovolle vliegbewegingen. Brandganzen zijn eveneens vooral talrijk buiten de broedperiode, al broeden er zo'n negen paren in het Naardermeer. Ze foerageren in de broedperiode vooral lokaal, waardoor we geen grote vliegbewegingen verwachtten. Dat sluit goed aan bij het feit dat we geen overvliegende brandganzen hebben gezien. Vanaf oktober pendelen overwinterende brandganzen echter dagelijks naar foerageergebieden ten noorden van het Naardermeer, wat wel risicovol kan zijn. Ons aantal ingeschatte kolganzen en brandganzen als draadslachtoffers op basis van vliegbewegingen blijft dus gelijk (van Zetten & van der Winden 2025).

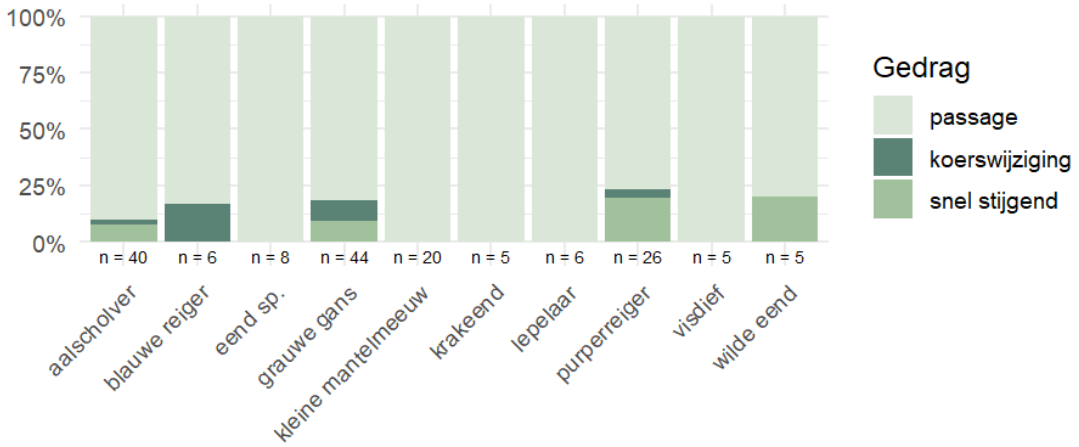
8.6. Gedragingen bij een hoogspanningsverbinding

Vogels kruisten een hoogspanningsverbinding over het algemeen boven de draden (figuur 8.9). Sommige soorten lieten echter een ander patroon zien. Blauwe reigers vlogen vaker onder of door de draden, waarschijnlijk omdat dit vooral lokale verplaatsingen betrof en deze vogels al op lage hoogte vlogen. Ook aalscholvers passeerden bij de hoge masten soms onder of door de draden, terwijl zij bij lage masten altijd erboven vlogen. Hetzelfde gold voor de kleine mantelmeeuw. Grauwe ganzen vlogen vrijwel altijd boven de draden, zowel bij hoge als lage masten, met slechts incidentele passages eronderdoor. De manier waarop vogels de hoogspanningsverbinding kruisen (boven, onder of door de draden) in het risicogebied komt overeen met de patronen in het gebied ten westen van het Naardermeer.



Figuur 8.9. De relatieve verdeling van de wijze waarop vogelsoorten (n ≥ 5) de hoge en lage hoogspanningsdraden passeerden (boven, onder en doorheen) in zowel het risicogebied als ten westen van het Naardermeer.

Vogels benaderden hoogspanningsverbindingen meestal rustig en passeerden deze zonder opvallend gedrag (figuur 8.10). In enkele gevallen veranderden vogels van koers bij het naderen van de draden, zoals blauwe reigers, aalscholvers, grauwe ganzen en purperreigers. Daarnaast stegen sommige vogels plotseling snel op wanneer ze de draden in het vizier kregen; dit gebeurde vooral bij aalscholvers, grauwe ganzen, purperreigers en wilde eenden.



Figuur 8.10. De relatieve verdeling van de gedragingen van vogelsoorten (n ≥ 5) bij het passeren van hoogspanningsdraden (passage, koerswijziging en snel stijgend).

8.7. Omvangrijke vliegbewegingen in het najaar en winter

Van veel vogelsoorten met een hoge aanvaringskans, zoals kolganzen en eenden, verwachten we pas omvangrijke risicovolle vliegbewegingen in het najaar en in de winterperiode (van Zetten & van der Winden 2025). Ze pendelen dan dagelijks heen en weer tussen slaapplaats en foerageergebied. In de zomerperiode bleven grote risicovolle vliegbewegingen vaak uit, omdat ze dan vooral lokaal verplaatsen. Omdat de risicovolle vliegbewegingen van veel soorten in de winterperiode sterk verschillen van de zomerperiode, hebben we in de bureaustudie een inschatting ervan gemaakt (van Zetten & van der Winden 2025), die we nog niet konden valideren.

8.8. Invloed van locatiekeuze gepland tracé

Wanneer het gebied onder en rondom de hoogspanningsverbinding belangrijk leefgebied is voor vogels, is de kans groter dat soorten die zich regelmatig verplaatsen tussen rust-, broed- en foerageergebieden de verbinding kruisen en ertegenaan botsen. De ligging van het geplande tracé bepaalt dus mede hoeveel vliegbewegingen risicovol worden. Als de nieuwe verbinding bijvoorbeeld zuidelijker wordt aangelegd dan de bestaande verbinding, dan neemt het aantal risicovolle vliegbewegingen vanuit/naar het Naardermeer over dat tracé toe. Puur omdat het dichter bij het Naardermeer ligt. Voor een vogel die nu vanuit het Naardermeer naar het noorden vliegt, en net ten zuiden van de snelweg maar boven het Groote Meer landt, vormt de huidige verbinding geen risico. Als de nieuwe verbinding echter zuidelijker geplaatst wordt, dan worden deze vliegbewegingen wél risicovol. Omgekeerd geldt dat een noordelijker tracé, richting de Dijkweg, juist minder risicovolle vliegbewegingen oplevert. De uiteindelijke exacte ligging van de geplande hoogspanningsverbinding beïnvloedt dus hoeveel vogels het tracé kruisen, en daarmee het aanvaringsrisico.

9. Aanvullend: lepelaar sterfte

Na de publicatie van de bureaustudie hebben we aanvullende informatie ter beschikking gekregen over de doodsoorzaken van gezenderde lepelaars in Nederland. Deze gegevens geven extra inzicht in de omvang van draadslachtoffers bij lepelaars.

9.1. Doodsoorzaken alle gezenderde lepelaars

Vanaf 2023 zijn er in totaal 61 lepelaars, die in Frankrijk en Nederland een zender hadden gekregen, gestorven, waarvan 46 met een bekende doodsoorzaak (tabel 10.1). Acht lepelaars stierven door een botsing met hoogspanningsdraden.

Tabel 9.1. Doodsoorzaken van alle gezenderde lepelaars.

Doodsoorzaak	Aantal gestorven lepelaars
Hoogspanningsdraden	8
Windmolen	1
Doodgeschoten	4
Natuurlijke oorzaak	33

9.2. Doodsoorzaken Nederlandse gezenderde lepelaars

Van de lepelaars die in Nederland gezenderd zijn, zijn er (tot en met 2025) 56 gestorven, waarvan 43 met een bekende doodsoorzaak (tabel 10.2). Acht hiervan waren adult en 48 waren juveniel. Twee adulte en vijf juveniele lepelaars zijn gestorven door een botsing met hoogspanningsdraden. Ook in de omgeving van het Naardermeer stierf dit jaar een juveniele lepelaar die tegen de draden botste in de Hilversumse Bovenmeent (van Zetten & van der Winden 2025).

Tabel 9.2. Doodsoorzaken van alle in Nederland gezenderde lepelaars, opgesplitst in adulten en juvenielen.

Doodsoorzaak	Aantal gestorven adulten	Aantal gestorven juvenielen
Hoogspanningsdraden	2	5
Windmolen	0	1
Afgeschoten	0	4
Natuurlijke oorzaak	3	28

9.3. Sterfte per jaar

De sterfte van de lepelaars varieert tussen jaren (tabel 10.3). Zo stierven er bijvoorbeeld in 2023-24 veel minder lepelaars dan in het jaar erna. De reden hiervoor is onbekend, maar hieruit blijkt dat risico's per jaar kunnen verschillen.

Tabel 9.3. Jaarlijkse sterfgevallen onder adulte en subadulte/juveniele lepelaars door hoogspanningsdraden.

Jaar	Leeftijdsklasse	Aantal gezenderd	Aantal gestorven	Aantal gestorven door draden	Percentage gestorven door draden
2024-2025	Adult	35	4	1	2,9%
	Subadult/juveniel	39	21	5	12,8%
2023-2024	Adult	20	3	1	5%
	Subadult/juveniel	21	11	0	0%

9.4. Impact op de lepelaarpopulatie

De sterfte van de gezenderde lepelaars als gevolg van hoogspanningsdraden is relatief hoog (3-5% op jaarbasis). Bij een populatieomvang van ongeveer 8.000 lepelaars (www.sovon.nl), zou dat landelijk neerkomen op ongeveer 300 slachtoffers op jaarbasis. Dat is fors ten opzichte van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van volwassen lepelaars, die geschat wordt op 13% (van Zetten & van der Winden 2025).

10. Conclusies en aanbevelingen

10.1. Conclusies onderzoeksresultaten

- We vonden twintig vogelresten, waarvan zeventien vermoedelijke draadslachtoffers en vier waarschijnlijke draadslachtoffers met kenmerkende verwondingen die passen bij botsingen met hoogspanningsdraden. Resten waren onder meer van grauwe ganzen, eenden en een blauwe reiger.
- De geplande hoogspanningsleiding zal resulteren in slachtoffers van vogelsoorten waarvoor doelen gelden en waarvoor Natuurmonumenten graag het Naardermeer beschermt (o.a. grote zilverreiger, purperreiger). Als tafeleenden en kuifeenden inderdaad tussen IJmeer en Naardermeer pendelen is de kans groot dat ze tegen de draden vliegen. We vonden geregeld eenden als slachtoffer bij de bestaande leiding, dus die soortgroep loopt risico.
- In de zomerperiode kunnen we op basis van het aantal gevonden dode vogels 12 tot 102 slachtoffers van kleine soorten verwachten door het geplande tracé, en 17 tot 49 slachtoffers van grote soorten. In totaal verwachten we in de zomerperiode dus 29 tot 151 slachtoffers door het geplande tracé.
- De vindkansproef leverde een correctiefactor op van 1,125 voor gemiste slachtoffers door zoekefficiëntie en omgevingsfactoren die de vindkans beïnvloeden.
- Kadavers van slachtoffers verdwijnen door aaseterij, versleping en ontbinding. De uitgelegde kadavers werden bezocht door acht soorten aaseters (raaf, zwarte kraai, buizerd, ekster, vos, boommarter, kat en hond). Vooral raven, buizerds en zwarte kraaien aten frequent van de kadavers en sleepten deze soms weg, waardoor ze snel verdwenen.
- Uitgelegde kadavers van eenden verdwenen sneller dan kadavers van ganzen. Binnen een week verdween meer dan de helft van de kleine kadavers (62,5%), ten opzichte van 12,5% van de grote kadavers. Dit leverde twee verschillende correctiefactoren op: 2,67 op de kleine soorten gevonden slachtoffers en 1,14 voor de grote soorten gevonden slachtoffers.
- De polders onder de bestaande hoogspanningsverbinding bieden leefgebied aan soorten die in de broedperiode vooral lokaal verplaatsen (krakeenden, wilde eenden, blauwe reigers en meerkoeten) en soorten met binding aan het Naardermeer (grauwe ganzen, aalscholvers, purperreigers en grote zilverreigers). Vanaf augustus namen de aantallen ganzen en reigers toe door uitgevlogen jongen en veranderend ruimtegebruik.

- De meeste vogels passeerden de hoogspanningsdraden bovenlangs. Bij hoge masten vlogen vogels hoger, maar soms ook tussen de draden door. Over het algemeen passeerden vogels rustig, al kwamen koerswijzigingen en plotselinge opstijgingen bij nadering van de draden geregeld voor.
- In de schemering passeerden grauwe ganzen, aalscholvers en purperreigers de hoogspanningsverbindingen het vaakst en meestal bovenlangs.
- Aalscholvers en grauwe ganzen vlogen vooral een noord-zuidroute, overeenkomend met hun pendelbewegingen tussen het Naardermeer en foerageergebieden. Purperreigers vlogen vaker een oost-westroute in noordelijke of zuidelijke richting, wat aansluit bij publicaties over foerageergebieden, waaruit bleek dat een slechts een deel van de Naardermeerkolonie in de Noordpolders foerageert. Vluchten van blauwe reigers en knobbelzwanen betroffen meestal lokale verplaatsingen.
- Van veel vogelsoorten met een hoge aanvaringskans, zoals ganzen en eenden, verwachten we pas grote risicovolle vliegbewegingen in het najaar en in de winterperiode, als ze heen en weer pendelen tussen slaapplaats en foerageergebied. We kunnen daarom op basis van de gevonden dode vogels en risicovolle vliegbewegingen in de zomerperiode geen berekening maken van de verwachte aantallen slachtoffers in de winterperiode.
- De sterfte van de gezenderde lepelaars als gevolg van hoogspanningsdraden is relatief hoog (3-5% op jaarbasis). Dat is fors ten opzichte van de natuurlijke sterfte van volwassen lepelaars, die geschat wordt op 13% (van Zetten & van der Winden 2025).

10.2. Conclusies beschermde natuur Naardermeer

- De veldstudie bevestigt dat de geplande hoogspanningsleiding zal resulteren in slachtoffers van vogelsoorten waarvoor doelen gelden en waarvoor Natuurmonumenten graag het Naardermeer beschermt (o.a. grote zilverreiger, purperreiger). De studie vond plaats in de zomerperiode en daarom zijn niet alle resultaten te vertalen naar de winterperiode. We vonden vrij vaak eenden, wat betekent dat deze soortgroep risico loopt en dat kan mogelijk tot hogere aantallen leiden in de winterperiode.
- De veldstudie ondersteunt de conclusies en inschattingen die zijn getrokken in de bureaustudie. Een uitzondering is de kievit, waar we in de bureaustudie de slachtofferaantallen mogelijk overschat hebben.

10.3. Aanbevelingen voor mitigatie

- Als de nieuwe hoogspanningsverbinding voorzien wordt van draadmarkeringen kan het slachtofferaantal reduceren. Dat kan zeker helpen op locaties waar draden slecht zichtbaar zijn tegen donkere of complexe achtergronden.
- Het kan ook helpen als bestaande hoogspanningsleidingen rondom het Naardermeer voorzien worden van het beste type draadmarkeringen. Dat kan de huidige situatie sterk verbeteren.
- De ligging van de geplande hoogspanningsverbinding beïnvloedt hoeveel vogels de hoogspanningsverbinding kruisen, en daarmee het aanvaringsrisico. Een zuidelijker tracé vergroot het aantal risicovolle vliegbewegingen vanuit het Naardermeer, terwijl een noordelijker ligging dit juist vermindert.
- Ultiem is een ondergrondse verbinding effectief, omdat er dan helemaal geen draadslachtoffers meer vallen.

11. Literatuur

Barrientos, R Barrientos, R., Alonson, J. C., Ponce, C. & Palacín, C. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology, 25*: 893-903

Bernardino, J., Martins, R. C., Bispo, R. & Moreira, F. 2019. Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies. *Journal of Environmental Management, 252,* 109651.

Brenninkmeijer, A., Klop, E. & Krijn, M. 2019. Vervolgmonitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven 2017-2018. A&W-rapport 2450. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Commissie voor de milieueffectrapportage 2024. 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens. Toetsingsadvies over het milieueffectrapport. 17 december 2024. Projectnummer 3682.

Greven, H. C. 1973. Een onderzoek naar slachtoffers van hoogspanningsleidingen in de Nieuwe Keverdijkse Polder, omgeving van het Naardermeer.

Hartman, J. C., Gyimesi, A. B. E. L. & Prinsen, H. A. 2010. Zijn vogelflappen effectief als draadmarkering in een hoogspanningslijn. Veldonderzoek naar draadslachtoffers en vliegbewegingen bij een gemarkeerde 150 kV hoogspanningslijn, Rapport 10-082, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Heijnis, R. 1974. De aanleg van een tweede hoogspanningsleiding in de Zaanstreek beïnvloedt de vogelstand ongunstig. *Het Vogeljaar, 22*(1), 555-559.

Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International, 20*(3), 263-278.

Klop, E. 2020. Monitoring draadslachtoffers tijdelijke tracé Eemshaven 2018-2019. A&W-rapport 3258. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Martin, G. R. & Banks, A. N. 2023. Marine birds: Vision-based wind turbine collision mitigation. *Global Ecology and Conservation, 42*, e02386. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02386

May, R. Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø., & Stokke, B. G. 2020. Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution, 10*(16), 8927-8935. https://doi.org/10.1002/ece3.6592

Osieck, E. R. & De Miranda, J. F. 1972. Vogelsterfte door hoogspanningsleidingen. Rapport 712C79.

Smit, C. J. 1973. Draadslachtofferonderzoek bij het Naardermeer. Rijksinstituur voor Natuurbeheer, Arnhem.

Van der Winden, J. & Van Horssen, P. 2010. Het leefgebied van purperreigers in de Oostelijke Vechtplassen en het Naardermeer. Rapport 09-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Van der Winden, J., Van Horssen, P. & Poot, M. 2010. Slaapplaatsen en foerageergebieden van Purperreigers in het Groene Hart in de nazomer. *Limosa*, *83*(3), 109–118.

Van der Winden, J., Van Horssen, P., Poot, M. J., & Gyimesi, A. 2012. Pre-migratory behaviour of the Purple Heron in the Netherlands. *Ardeola, 59*(1), 3-15

Xiao, F. & Cuthill, I. C. 2016. Background complexity and the detectability of camouflaged targets by birds and humans. *Proceedings of the royal society Biological Sciences, 283*(1838), 20161527. https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1527

Van Zetten, F. & Van der Winden, J. 2025. Effecten van een geplande hoogspanningsverbinding op vogelpopulaties van het Naardermeer. Risicoanalyse van de 380 kV-verbinding van onderzoeksalternatief Zuid Paars 1. Rapport 2025-04, Jan van der Winden Ecology, Utrecht

Bijlage 1. Gevonden vogelresten

Bijlage 1a. Plukrest van een grauwe gans gevonden op 7 mei 2025.

Bijlage 1b. Plukrest van een grauwe gans gevonden op 7 mei 2025.

Bijlage 1c. Vleugelrest van een volwassen vrouwtjes wilde eend gevonden op 3 juni 2025.

Bijlage 1d. Botten- en verenrest van een kraaiachtige met sporen van een aaseter gevonden op 3 juni 2025.

Bijlage 1e. Verenrest van een grauwe gans met sporen van een aaseter gevonden op 3 juni 2025.

Bijlage 1f. Botten- en verenrest van een knobbelzwaan gevonden op 3 juni 2025, vermoedelijk al behoorlijk oud.

Bijlage 1g. Verenrest van een grauwe gans gevonden op 16 juni 2025.

Bijlage 1h. Kadaver van een jonge koekoek gevonden op 8 juli 2025.

Bijlage 1i. Kadaver van een jonge koolmees gevonden op 8 juli 2025.

Bijlage 1j. Vleugelrest van een houtduif gevonden op 22 juli 2025.

Bijlage 1k. Kadaver van een blauwe reiger gevonden op 29 juli 2025.

Bijlage 1l. Kadaver van een grauwe gans gevonden op 4 augustus 2025.

Bijlage 1m. Botten-, vleugel- en pootresten van een krakeend gevonden op 11 augustus 2025

Bijlage 1n. Kadaver van een grauwe gans gevonden op 11 augustus 2025.

Bijlage 1o. Botten- en verenrest van een ongeïdentificeerde soort gevonden op 18 augustus 2025. Werd zichtbaar na het maaien en ophalen van een dikke laag gras.

Bijlage 1p. Kadaver van een soepeend in een sloot gevonden op 26 augustus 2025.

Bijlage 1q. Verenrest van een nijlgans met sporen van een aaseter gevonden op 26 augustus 2025.

Bijlage 1r. Bot van een knobbelzwaan gevonden op 26 augustus 2025.

Bijlage 1s. Verenrest van een houtduif met sporen van een aaseters gevonden op 9 september 2025.

Bijlage 2. Verdwijnproef

Bijlage 2a. Degradatie van de uitgelegde kadavers van ganzen en eenden per dag.

Startdatum	Kadavernummer	Formaat	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7	Dag 8	Dag 9	Dag 10	Dag 11	Dag 12	Dag 13	Dag 14	Dag 15
4-8-2025	1	Groot	0	-	1	-	2	-	-	3	x	x	x	x	x	x	x
4-8-2025	2	Groot	0	-	3	-	4	-	-	5	x	x	x	x	x	x	5
11-8-2025	3	Groot	0	-	2	-	4	-	-	5	x	x	x	x	x	x	x
11-8-2025	4	Groot	0	-	3	-	4	-	-	5	x	x	x	x	x	x	x
18-8-2025	5	Groot	0	-	-	-	-	-	-	5	x	x	x	x	x	x	x
18-8-2025	6	Groot	0	-	-	-	-	-	-	6	x	x	x	x	x	x	x
25-8-2025	7	Groot	0	2	-	2	-	-	-	4	x	x	x	x	x	x	x
25-8-2025	8	Groot	0	-	-	2	-	-	-	4	x	x	x	x	x	x	x
1-9-2025	9	Klein	0	-	-	-	7	x	x	7	x	x	x	x	x	x	x
1-9-2025	10	Klein	0	-	-	-	4	-	-	5	5	x	x	x	x	x	x
8-9-2025	11	Klein	0	3	-	4	-	-	-	5	x	x	x	x	x	x	x
8-9-2025	12	Klein	0	3	-	4	-	-	-	5	x	x	x	x	x	x	x
15-9-2025	13	Klein	0	-	-	6	x	x	x	6	x	x	x	x	x	x	x
15-9-2025	14	Klein	0	-	-	6	x	x	x	6	x	x	x	x	x	x	x
22-9-2025	15	Klein	0	-	-	6	x	x	x	6	x	x	x	x	x	x	x
22-9-2025	16	Klein	0	-	-	6	x	x	x	6	x	x	x	x	x	x	x

Startdatum	Kadavernummer	Formaat	Dag 16	Dag 17	Dag 18	Dag 19	Dag 20	Dag 21	Dag 22	Dag 23	Dag 24	Dag 25	Dag 26	Dag 27	Dag 28	Dag 29	Dag 30
4-8-2025	1	Groot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
4-8-2025	2	Groot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-
11-8-2025	3	Groot	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	5
11-8-2025	4	Groot	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
18-8-2025	5	Groot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
18-8-2025	6	Groot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
25-8-2025	7	Groot	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
25-8-2025	8	Groot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
1-9-2025	9	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
1-9-2025	10	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
8-9-2025	11	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
8-9-2025	12	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
15-9-2025	13	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
15-9-2025	14	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
22-9-2025	15	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x
22-9-2025	16	Klein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x

Legenda

0	Uitgelegd
1	Intact
2	Aangevreten
3	Deels opgegeten, nog veel resten met vlees
4	Grotendeels opgegeten, nog enkele resten met vlees
5	Volledig opgegeten, alleen botten- en vleugelresten
6	Enkel veren
7	Volledig verdwenen
-	Camera's nog aanwezig, maar kadaver niet bezocht
x	Camera's niet meer aanwezig en kadaver niet bezocht

Kleurcodering

- Niet of nauwelijks aangetast
- Aangetast, nog wel aantrekkelijk voor aaseters
- Opgegeten, niet meer aantrekkelijk voor aaseters
- Volledig verdwenen, soms nog wel enkele veren resterend
- Geen informatie

Bijlage 2b. Degradatie van de gevonden intacte kadavers per dag.

Vinddatum	*Soort*	*Dag 1*	*Dag 2*	*Dag 3*	*Dag 4*	*Dag 5*	*Dag 6*	*Dag 7*	*Dag 8*	*Dag 9*	*Dag 10*	*Dag 11*	*Dag 12*	*Dag 13*	*Dag 14*	*Dag 15*
29-7-2025	Blauwe reiger	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5	-
4-8-2025	Grauwe gans	2	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	6
6-8-2025	Grauwe gans	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5	-	-
26-8-2025	Soepeend	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7

Vinddatum	*Soort*	*Dag 16*	*Dag 17*	*Dag 18*	*Dag 19*	*Dag 20*	*Dag 21*	*Dag 22*	*Dag 23*	*Dag 24*	*Dag 25*	*Dag 26*	*Dag 27*	*Dag 28*	*Dag 29*
29-7-2025	Blauwe reiger	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	6
4-8-2025	Grauwe gans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-8-2025	Grauwe gans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26-8-2025	Soepeend	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda

0	Uitgelegd
1	Intact
2	Aangevreten
3	Deels opgegeten, nog veel resten met vlees
4	Grotendeels opgegeten, nog enkele resten met vlees
5	Volledig opgegeten, alleen botten- en vleugelresten
6	Enkel veren
7	Volledig verdwenen
-	Kadavers niet bezocht

Kleurcodering

- Niet of nauwelijks aangetast
- Aangetast, nog wel aantrekkelijk voor aaseters
- Opgegeten, niet meer aantrekkelijk voor aaseters
- Volledig verdwenen, soms nog wel enkele veren resterend
- Geen informatie

Bijlage 3. Vogeltellingen

Bijlage 3. Gemiddelde vlieghoogtes van overvliegende vogelsoorten, inclusief standaardafwijking en aantal waarnemingen (n).

Soort	Gemiddelde vlieghoogte	Standaardafwijking	Waarnemingen (n)
Aalscholver	47	20	95
Grauwe gans	59	29	61
Purperreiger	45	18	16
Krakeend	43	32	16
Buizerd	40	25	14
Blauwe reiger	35	21	14
Wilde eend	48	27	8
Scholekster	42	25	6
Kleine mantelmeeuw	45	10	4
Eend sp.	41	10	3
Grote zilverreiger	21	2	3
Torenvalk	14	n.v.t.	3
Bruine kiekendief	117	38	2
Kokmeeuw	65	n.v.t.	2
Lepelaar	53	7	2
Koekoek	20	7	2
Visdief	108	n.v.t.	1
Zeearend	96	n.v.t.	1
Sperwer	58	n.v.t.	1
Boomvalk	50	n.v.t.	1
Bergeend	30	n.v.t.	1
Kievit	17	n.v.t.	1
Nijlgans	15	n.v.t.	1

Bijlage 4. Vliegbewegingen

Bijlage 4a. Invulformulier voor de waarnemingen van vliegbewegingen.

Datum: Locatie van observaties: Waarnemer:

Tijd	Pijlnummer	Soort	Aantal	Vlieghoogte	Opmerkingen

Bijlage 4b. Alle vogels die in drie observatiesessies over het risicogebied en het westen van het Naardermeer vlogen.

30 juni 2025		22 juli 2025		29 juli 2025	
Soort	Aantal	Soort	Aantal	Soort	Aantal
Grauwe gans	414	Grauwe gans	30	Purperreiger	35
Aalscholver	243	Purperreiger	14	Kleine mantelmeeuw	18
Krakeend	57	Aalscholver	13	Grauwe gans	14
Eend sp.	42	Eend sp.	13	Wilde eend	10
Purperreiger	25	Kleine mantelmeeuw	12	Grote zilverreiger	7
Kokmeeuw	8	Grutto	8	Lepelaar	6
Lepelaar	8	Blauwe reiger	6	Scholekster	6
Wilde eend	6	Krakeend	5	Krakeend	5
Knobbelzwaan	4	Wilde eend	10	Visdief	5
Blauwe reiger	3	Nijlgans	4	Aalscholver	3
Kleine mantelmeeuw	3	Visdief	3	Blauwe reiger	3
Brandgans	1	Lepelaar	2	Torenvalk	3
Buizerd	1	Knobbelzwaan	2	Eend sp.	2
Fuut	1	Kokmeeuw	1	Bruine kiekendief	1
Nijlgans	1	Grote zilverreiger	1	Havik	1
Reiger sp.	1	Ooievaar	1	Ooievaar	1
Torenvalk	1			Stormmeeuw	1

Bijlage 4c. Aantal overvliegende groepen vogels en individuen die de hogere en lagere delen van de hoogspanningsverbinding passeerden in het risicogebied.

Soort	Masttype	Aantal groepen vogels	Aantal individuen
Totaal	Hoge masten	111	282
	Lage masten	38	254
Aalscholver	Hoge masten	23	32
	Lage masten	11	52
Blauwe reiger	Hoge masten	5	5
Eend sp.	Hoge masten	6	34
	Lage masten	2	21
Grauwe gans	Hoge masten	23	118
	Lage masten	11	160
Grote zilverreiger	Hoge masten	4	8

Grutto	Hoge masten	1	8
Kleine mantelmeeuw	Hoge masten	11	16
	Lage masten	9	12
Knobbelzwaan	Hoge masten	1	2
	Lage masten	1	2
Kokmeeuw	Hoge masten	3	9
Krakeend	Hoge masten	1	5
Lepelaar	Hoge masten	4	4
Nijlgans	Hoge masten	2	5
Ooievaar	Hoge masten	2	2
Purperreiger	Hoge masten	15	18
	Lage masten	1	1
Reiger sp.	Lage masten	1	1
Scholekster	Hoge masten	1	6
Stormmeeuw	Hoge masten	1	1
Torenvalk	Hoge masten	1	1
Visdief	Hoge masten	3	3
	Lage masten	2	5
Wilde eend	Hoge masten	4	5

Dantelaan 115
3533 VC Utrecht
jvdwinden@hetnet.nl